DAS

ACCOMMODATIONSVERMÖGEN

DER

AUGEN.

DAS

ACCOMMODATIONSVERMÖGEN

DER

AUGEN.

NACH Dr. A. CRAMER ZU GRONINGEN UND PROF. DONDERS ZU UTRECHT.

VON

Dr. C. H. SCHAUENBURG,
Docenten an der Universität zu Bonn.

Mit Abbildungen.

LAHR, 1854.
VERLAG VON J. H. GEIGER. (M. SCHAUENBURG.)

Die holländisehe Gesellsehaft für Wissenschaften zu Harlem hatte die Preisfrage aufgestellt: „**worin liegt der Grund und die Ursache des Accommodationsvermögens der Augen?**“ — Am 21. Mai 1852 wurde die im November 1851 eingesandte Beantwortung des Herrn A. Cramer, med. chir. et art. obstetr. Dr. in Groningen als der goldnen Medaille und der Prämie würdig erkannt und gekrönt. Im Jahre 1853 ersehien die Preisschrift in Harlem bei den Erben Loosjes, dureh Budge's und Anderer weitere Untersuehungsresultate bereichert. Eine ausführliche Besprechung der Cramer'sehen Sehrift von Professor Donders in Utreeht hat kürzlich die Presse verlassen und bringt so zahlreiehe und vortreffliche Erörterungen und Vervollständigungen des Diseussionsgegenstandes, dass eine Bearbeitung desselben für das deutsehe ärztliehe Publikum hinreiehend gereehtfertigt erscheint.

Cramer sagt zuerst in der Einleitung seiner Sehrift.

Von jedem Punkte eines vor dem Auge befindlichen leuehtenden oder erleuehteten Gegenstandes geht ein Liehtkegel aus, dessen Strahlen, beim Auffallen auf die Cornea nur zum Theil zurückgeworfen, übrigens durehgehen und nach der Senkreehte zu gebroehen werden. Diese Strahlen verfolgen nun ihren Weg dureh den humor aqueus und die Pupille bis an die Linse, wo sie eine noch grössere derartige Breehung erleiden,

treten weiter durch die Linse in das corp. vitreum, das ihren Grad von Convergenz kaum etwas vermehrt, und vereinigen sich auf der Retina zu einem verkleinerten, umgekehrten Bilde der Gegenstände, von denen der Lichtkegel herkommt. Wie bei einer Linse der Focus seine Stelle verändert, wenn der Abstand der Gegenstände, deren Bilder im Focus entstehen, ein anderer wird, so muss auch, wenn man das Auge als aus aneinandergefügten Linsen bestehend betrachtet, die Stelle, an der das Bild im Auge entsteht, je nach dem Abstande der Gegenstände vom Auge verschieden sein. Wenn also im Auge bei einem bestimmten Abstande des Gegenstandes das Bild auf einer Stelle der Retina entsteht, so muss bei einer grössern Entfernung des Gegenstandes vom Auge das Bild *vor* die Retina, bei stärkerer Annäherung vor das Auge *hinter* die Retina fallen, wobei dann auf der Retina selbst nur ein diffuses Bild entsteht. Um eine scharfe Anschauung zu erhalten, ist es nöthig, dass die Bilder auf einer bestimmten Stelle der Retina entstehen, was nach Obigem, ohne Veränderung im Auge, nur bei einer gewissen Entfernung der Gegenstände vom Auge möglich sein würde. Das Sehvermögen müsste also, wenn keine Veränderung im Auge möglich wäre, sehr unvollkommen sein, sie ist aber sehr vollkommen durch die Accommodation.

Die Berechnung des Verhältnisses, in welchem der verschiedene Abstand der Objecte von dem Auge das im Auge entstehende Bild bezüglich seiner Stelle verändert, ist bei dem gegenwärtigen Zustande der Wissenschaft kaum möglich, da der Krümmungsgrad der Oberflächen der den optischen Apparat des Auges zusammensetzenden Theile, also auch das Brechungsvermögen dieser Augenmedien und der Abstand der Theile

untereinander noch nicht hinreichend erkannt sind. Petit, Young, Dr. W. Sömmering, Brewster, Chossat, Treviranus, Krause, Engel und Andere haben allerdings Beiträge geliefert, ohne dass indess die Untersuchung zu einem sichern Abschluss gelangt wäre. Im Gegensatz hierzu hat man wiederholt durch Berechnung zu bestimmen versucht, in wiefern der Platz, auf dem Bilder vor dem Auge befindlicher Gegenstände entstehen, nach Massgabe des Abstandes dieser Gegenstände ein verschiedener ist. Es war ziemlich natürlich, dass man auf die Weise zu widersprechenden Resultaten gelangte. So behauptete Treviranus [1]), dass das Auge zufolge der nach Innen immer zunehmenden Dichtigkeit der Linse bereits für das Sehen auf die verschiedensten Abstände accommodirt sei und glaubte, dies durch ein mathematisches Theorema beweisen zu können. Zu übereinstimmenden Resultaten führten Sturm [2]) geometrische Untersuchungen, die er über die brechenden Augenmedien anstellte. Auch er glaubte, dass das Auge bereits für die verschiedenen Abstände accommodirt sei. Durch Kohlrausch [3]) ist Treviranus übrigens auch mathematisch hinreichend widerlegt.

Besser als durch Berechnung kommt man besonders hinsichtlich der Frage, ob und wieweit das Bild seinen Platz verändert, auf experimentalem Wege zu einiger Sicherheit. Magendie [4]), der an Thieren experimen-

---

[1]) Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Sinneswerkzeuge etc. 1828. I. Heft.

[2]) Sturm, über die Theorie des Sehens, Poggendorff's Annalen.

[3]) Kohlrausch, über Treviranus Ansichten vom deutlichen Sehen in der Nähe und Ferne. Rinteln. 1836. —

[4]) Magendie, Précis élémentaire de Physiologie. I. p. 73.

tirte, glaubte an einem Kaninchenauge wahrzunehmen, dass alle Gegenstände, in welchem Abstande sie sich auch vor dem Auge befänden, sich gleich deutlich auf der Sclerotica abzeichneten. Das Auge wäre also schon für alle Abstände accommodirt. Ebenso behauptet Ritter [2]), dass sich auf der Sclerotica eines todten Auges ein ebenso deutliches Bild von fernen als von nahen Gegenständen bilde. Haldat [3]) und Adda [4]) gingen noch weiter und wollten beobachtet haben, dass durch ein frisches Ochsenauge sowohl divergente als parallele und convergente Strahlen sämmtlich in ein und demselben Focus vereinigt würden. Hueck [5]) berichtet dagegen, dass er an den Augen von Vögeln, namentlich von Schnepfen, nur dann deutliche Bilder auf der Sclerotica erhalten habe, wenn er die Gegenstände vor dem Auge in eine bestimmte Entfernung gebracht habe.

Mehr Beweiskraft hat der Versuch Volkmann's [6]) mit einem weissen Kaninchen, den er mit Zuhülfenahme des Scheiner'schen Versuches anstellte. Er sah, dass bei einer bestimmten Entfernung eines Lichtes vom Auge nur ein Bild auf der Sclerotica entstand, dass aber Doppelbilder entstanden, sobald sich das Licht näher beim Auge oder ferner von ihm befand. Hielt er das Licht nur einige Zoll vom Auge entfernt, so sah er Doppelbilder, von denen das rechte verschwand, wenn er die rechte Oeffnung im Kartenblatt schloss; ebenso verschwand das linke bei Verschliessung der linken Oeffnung. Bei der Entfernung des Lichtes vom

---

[1]) Graefe und Walther's Journal 1832, Bd. 8. p. 347.

[2]) Comptes rendus, 1842.

[3]) Annales de Chimie et Physique. III. Sér. T. XII. p. 94.

[4]) Hueck: diss. de mutationibus oculi internis. Dorp. 1826. p. 17 und: die Bewegung der Crystalllinse. Leipzig, 1841.

[5]) Neue Beiträge zur Physiologie des Gesichtssinnes. 1836, p. 109.

Auge näherten sich die Bilder einander, bis sie zuletzt ineinander fielen. Mayer [1]) sah, dass bei einem Ochsenauge, von dem die Choroidea und Sclerotica an der Hinterseite abpräparirt waren, das auf der Retina entstandene Bild um $1\frac{1}{3}$—$1\frac{1}{4}$ Par. Lin. seinen Platz veränderte, wenn ein vorgehaltenes Licht von einem entfernten Abstande auf 7 Par. Zoll vor das Auge gebracht wurde. Aber auch Mayer's Methode führt zu keiner vollen Sicherheit, während die Volkmann's den unumstösslichen Beweis liefert, dass das Kaninchenauge nicht für verschiedene Abstände accommodirt ist.

In Bezug auf das menschliche Auge kommen die meisten Widersprüche vor, die in der Cramer'schen Schrift mit grosser Ausführlichkeit beleuchtet und widerlegt werden.

Cramer berichtet pag. 12 über den von Helmholtz [2]) gelieferten unwiderleglichen Beweis, dass wirklich ein Accommodationsvermögen der Augen und zwar in einer Veränderung des Refractionszustandes der brechenden Augenmedien bestehe.

Helmholtz benützte zu dem Beweise seinen Augenspiegel. Wenn man nämlich durch Jemand einen Gegenstand fixiren lässt, der sich in gleichem Abstande vom Auge befindet, als in welchem die als Lichtquelle für den Spiegel dienende Kerze gebracht ist, so sieht man mit Hilfe des Spiegels die Gefässe der Retina und das Bild z. B. eines vor die Flamme gehaltenen Fadens. Bringt man nun den Faden näher an das Auge, oder entfernt man ihn mehr, so wird er undeutlich und verschwindet endlich, während die Ge-

---

[1]) Prag. Vierteljahrschrift. 1850. 4. Bd. Ausserord. Beilage.

[2]) Beschreibung eines Augenspiegels etc. 1851.

fässe gleich sichtbar bleiben. Ebenso verschwindet der Faden aus dem Gesichte zugleich mit den Retinagefässen, wenn man nach einem mehr oder weniger entfernten Punkte sehen lässt, als in welchem sich der Faden vor der Flamme befindet.

Das Auge besitzt also das Vermögen, den Focus der Lichtstrahlen sowohl von entfernten als von nahen Gegenständen auf eine bestimmte Stelle der Netzhaut fallen zu lassen. Ueber den Grund und die Ursache dieses Vermögens, also des Accommodationsvermögens, hatte man seit Jahrhunderten vergebens geforscht und gesonnen. Kepler warf in seiner Dioptrice seu demonstratio eorum, quae visui et visibilibus propter conspicilla non ita pridem inventa accident. Aug. Vindelicor. 1611. prop. 26. zuerst die Frage auf, worin dasselbe bestehe. Donders sagt, dass sie jetzt durch Cramer's Arbeit hinreichend beantwortet sei.

In einer kurzen Mittheilung berichtete Cramer schon früher [1]), dass es ihm geglückt wäre, eine Formveränderung der Linse bei der Accommodation für die Nähe wahrzunehmen. Donders, der Gelegenheit hatte, sich von der Richtigkeit dieser Beobachtung zu überzeugen, beeilte sich, über diese Entdeckung zu berichten [2]). In seinem neuesten Berichte, dem wir hier folgen, spricht er ausführlich und vervollständigend über den Gang und die Resultate der Untersuchungen, auch desshalb, weil er mit Recht fürchtet, das Cramer'sche Werk möge nicht in Vieler Hände kommen.

So lange man keine innere Veränderung auffinden, noch auch eine befriedigende Hypothese über einen vielleicht statthabenden Mechanismus entdecken konnte,

[1]) Tijdschrift der Maatschappij tot Bevordering der Geneeskunst, Jaarg II. p. 99.

[2]) Nederl. Lancet. 3. Ser. 1. Jaarg. p. 529.

Bild b von c und stellt sich fast mitten zwischen a und c (cfr. Fig. I), während a und e unverändert ihren Platz behalten. Bei dieser Platzveränderung wird das Bild b zugleich grösser und matter. Die Accommodation für die Nähe bringt es sofort wieder nahe bei e und macht es zugleich wieder kleiner und heller.

Cramer stellte diese Beobachtungen bei 20maliger und selbst bei 10maliger Vergrösserung an.

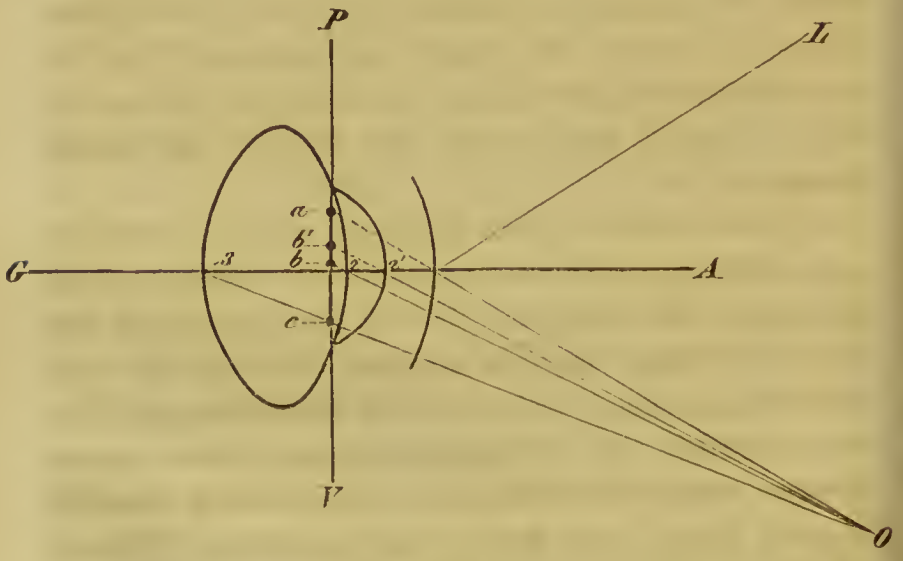
Donders, der Gelegenheit hatte, ein von Mechanicus Epkens in Amsterdam verfertigtes Cramer'sches Ophthalmoscop zu untersuchen, fand es in mehrfacher Hinsicht unpraktisch. Er liess mit seinem von Epkens ausgeführten Augenspiegel ein Ophthalmoskop in Verbindung bringen, vermittelst dessen nicht allein die Wahrnehmung der von Cramer angeführten Erscheinungen keine Schwierigkeit hat, sondern auch solche Messungen bewerkstelligt werden können, als nöthig sind, um zu berechnen, um wieviel die Vorderfläche der Linse nach Vorn getreten ist. Wer im Besitz des genannten Augenspiegels ist, kann dieses zweite Instrument für einen sehr geringen Preis an demselben anbringen lassen, während das Cramer'sche 56 Gulden kostet und ohne Zweifel viel unvollkommener ist.

Es ist bekannt, dass ein hohlerer Spiegel ein kleineres Bild gibt und dass desshalb die Veränderung in der Form und Helligkeit bei der Accommodation für ein nahes Object auf eine stärkere Wölbung der vorderen Linsenfläche hinweist. Die Beobachtungen liessen bezüglich der Verkleinerung des Bildes keinen Zweifel übrig und Donders legte darauf desshalb grossen Werth, weil daraus eine verstärkte Wölbung offenbar bewiesen ist. Die Lageveränderung des Bildes ist bei dieser Beobachtung aber noch mehr für die

Messung zugänglich, als die Veränderung hinsichtlich der Grösse des Bildes. Die Lageveränderung an und für sich selbst gibt uns wohl nicht das Recht, auf eine veränderte Wölbung der vorderen Linsenfläche zu schliessen, aber sie weist doch unwiderleglich nach, dass die vordere Linsenfläche nach Vorn getreten ist, sei es nun durch stärkere Wölbung oder durch Verschiebung der ganzen Linse.

In Bezug auf diesen Punkt kommt es ganz besonders auf deutliche und strenge Beweisführung an. Man sieht bald ein, dass die Lageveränderung des Reflexbildes in einer veränderten Form oder Lage der reflectirenden Fläche begründet ist, aber es bedarf der Erklärung, dass und wesshalb die bei der Accommodation für die Nähe wahrgenommene Lageveränderung des Bildes b nach a hin eine Vorwärtsbewegung der reflectirenden Oberfläche anzeigt. Diese nähere Entwickelung soll hier folgen.

Fig. III.



Wenn sich in L (Fig. III) ein leuchtender Punkt befindet, dann müssen die bei 1 auf der Cornea in

derselben Fläche, unter gleichem Winkel mit der Gesichtsachse G A reflectirten Strahlen das in O befindliche Auge erreichen, das Reflexbild muss also in der Richtung O 1, auf die Pupillarfläche P V projicirt, als a gesehen werden. Von demselben leuchtenden Punkte L müssen auch die bei 2 von der vorderen Linsenfläche zurückgeworfenen Strahlen das Auge O erreichen und sich in der Richtung O 2 als b darstellen. Endlich müssen die von L kommenden und von der hinteren Linsenfläche bei 3 zurückgeworfenen Strahlen in der Richtung O 3 das Auge erreichen und in c wahrgenommen werden. Auf diese Weise sieht man die Bilder als a b c in der Pupillarfläche (cfr. Fig. 1). Tritt nun die Vorderfläche der Linse bei der Accomodation für die Nähe bis nach 2′ vorwärts, dann werden auch die bei 2′ zurückgeworfenen Strahlen O erreichen und das Reflexbild wird nicht mehr in b, sondern in der Richtung O 2′ in b′ wahrgenommen, — also bei der Vorwärtsbewegung der vorderen Linsenoberfläche näher bei a. Wir haben hierbei vorausgesetzt, dass das Licht in demselben Winkel mit der Gesichtsachse einfällt, in welchem das Auge das reflectirte Licht wahrnimmt, — eine Voraussetzung, die Cramer in seiner Untersuchung versäumt hat. Donders behauptet, dass sein mit dem Augenspiegel verbundenes Werkzeug Gelegenheit gebe, beide Winkel genau zu bestimmen und also gleich zu stellen. In dieser Art also kann man die Lageveränderung wahrnehmen, ebenwohl ganz so, wie Cramer [1]) es will. Seine Annahme, dass die vordere

[1]) Der Stand der Bilder ist bei der Beobachtung unter gleichen Winkeln (c. 35°) und bei verschiedenen Objecten nicht ganz derselbe. Zuweilen ist er, wie in Fig. I und II, wo er der in Fig. III entspricht. Nicht selten ist er, wie bei Cramer (Fig. 7 u. 8), der Art, dass b im Zustande der Ruhe nahe bei c steht und bei der

Linsenfläche bei der Accommodation für die Nähe nach Vorn trete, war also wohlbegründet. Wir dürfen aber nicht versäumen, daran zu erinnern, dass bei unserer Beweisführung der Einfluss der Cornea unberücksichtigt geblieben ist, da die Strahlen nicht in dem Krümmungsradius durch diese Membrem treten, eine für die einfallenden und ausfallenden Strahlen gleiche Abweichung zur Folge hat, und wohl eine grössere, wenn die Vorderfläche der Linse der Cornea näher gerückt ist. Daraus geht aber nur hervor, dass die Lageveränderung grösser erscheint (bei Vergl. von Fig. I und II), als sie wirklich ist (Fig. III von b zu b'), aber nicht, dass sie in anderer Weise statthat. Die Thatsache bleibt also mit derselben Sicherheit bewiesen.

Diese Lageveränderung des vordersten Poles der Linse kann nun abhängen: entweder von einer Veränderung in der Wölbung der Vorderfläche oder von einer Lageveränderung der Linse oder von beiden zugleich. Cramer nimmt eine Veränderung in der Wölbung an. Zuerst sieht er in dem Heller- und Kleinerwerden einen Beweis, dass die Wölbung der Linse wirklich zunimmt. Sodann nahm er keine Lageveränderung des von der hintern Linsenfläche zurückgeworfenen Bildes c wahr, woraus er folgerte, dass diese hintere Fläche weder bezüglich der Lage noch

---

Accommodation für die Nähe ungefähr in die Mitte zwischen a und c rückt. Bei diesem Stande liegt die vordere Linsenfläche sicher weiter vor der Cornea, als in Fig. I und II, — ein Abstand, der sich nach Donders Beobachtungsmethode ohne Schwierigkeit berechnen lässt. Soviel scheint klar, dass die Lageveränderung von b keineswegs der Verschiedenheit der Accommodation und der Grösseveränderung des Bildes entspricht, so dass es höchst wahrscheinlich ist, dass die Linse unter gewissen Umständen nach Hinten ausweicht. Der Untersuchung bietet sich hier noch ein weites Feld.

der Wölbung eine Veränderung erleide. Diese Folgerung scheint sehr gewagt. Denn wenn auch angenommen wird, dass diese Fläche wirklich keine der beiden genannten Veränderungen erleidet, so muss doch die veränderte Wölbung der vorderen Linsenfläche eine kleine Veränderung in der Richtung der bei 3 zurückgeworfenen Strahlen, die das Auge O wahrnimmt, zur Folge haben und das Bild also wirklich eine kleine Lageveränderung zeigen. Fand also nicht die geringste Lageveränderung statt, dann würde man hieraus gerade folgern müssen, dass eine geringe Veränderung um der hinteren Linsenfläche zu Stande kam, welche die sonst nothwendig gewesene Lageveränderung compensirte. Statt so [1]) zu folgern, scheint es richtiger zu sein, anzunehmen, dass die Cramer'schen Beobachtungen nicht hinreichend genau waren.

Können wir also in Cramer's Annahme nicht einstimmen, „dass sich die hintere Fläche der Linse weder hinsichtlich der Stelle noch der Wölbung verändere", so geben wir doch gerne zu, dass die Veränderung gering genug ist, um ihn zu der Annahme zu berechtigen, dass die Lageveränderung des Bildes hauptsächlich einer Veränderung des Krümmungsradius der vorderen Fläche zuzuschreiben sei, keineswegs bloss einer Vorwärtsbewegung dieser Fläche, die von einer Vorwärtsbewegung der hinteren Fläche begleitet sein müsste.

Dass die Wölbung der vorderen Fläche eine Ver-

---

[1]) Es erscheint fast undenkbar, dass ein weicher, von elastischer Haut umgebener Körper seine Form durch Druck auf eine Fläche sollte verändern können, ohne dass zugleich auch die andere Fläche mehr oder weniger verändert würde.

änderung erleidet, hat Helmholtz [1]) kürzlich durch ein etwas bestimmteres Verfahren näher dargelegt. Er schlug denselben Weg ein, den Senff gewählt hatte, um den Krümmungsradius der Cornea zu bestimmen. Er besteht in der Messung des Abstandes der zwei Spiegelbilder, die von zwei zur Seite befindlichen Lichtern auf der vorderen Fläche der Linse entstehen. Auf diese Weise fand er, dass der Krümmungsradius bei dem Sehen auf Abstand ungefähr ebenso gross ist, als der auf dem todten Auge = 10 — 12 mm., während er bei der Accommodation für die Nähe, bei welcher sich die Spiegelbilder einander sehr nähern, nur ungefähr die Hälfte beträgt. Ferner bestimmte Helmholtz unter gleichzeitiger Beachtung des Einflusses der Cornea, als deren Brennpunkt unter Wasser er 33—34 mm. fand, wieviel die Iris nach Vorn gerückt wird und fand hierfür $\frac{1}{3}$ mm. Die Vorwärtsbewegung der Iris hatte Donders schon seit längerer Zeit mit Hülfe des Orthoscopes ohne Schwierigkeit beobachtet. Sie war auch schon früher ohne Orthoscop von Hucek untersucht und bestimmt worden. Auch Cramer bringt sie, ebenso wie die Versuche von Weber und Ludwig, mit den Ergebnissen seiner Untersuchungen in Verbindung. Von einer noch näheren Bestimmung, als die von Helmholtz gegebene ist, dürfen wir uns aber nicht zu viel versprechen, weil sie uns nicht allein Nichts lehrt in Bezug auf die Wölbung des durch die Pupille vorgetretenen Theiles der vorderen Linsenoberfläche, sondern auch selbst hinsichtlich der Lageveränderung der Iris keine Auskunft gibt, weil ja die Pupille bei der

[1]) Mon. Ber. der Königl. Preuss. Acad. der Wissenschaften zu Berlin, Febr. 1853, S. 137 u. f.

Accommodation für die Nähe sich verengert und die Iris sich desshalb auf die Linse schieben muss, auch wenn die Oberfläche der Linse, auf der sie ruht, keinerlei Veränderung erleidet [1]).

Helmholtz sah nach der von ihm befolgten Methode auch keine Veränderung weder in der Stellung noch in der Grösse der Bilder, die von der Hinterfläche der Linse zurückgeworfen werden, und er schloss hieraus, dass sich die Form dieser hinteren Fläche nicht merkbar verändere. Die Bedenken, die oben gegen die Annahme Cramer's ausgesprochen wurden, sind durch die vorläufigen Mittheilungen von Helmholtz nicht aus dem Wege geräumt. Jedenfalls ist die Helmholtz'sche Annahme weniger exclusiv.

Nachdem Cramer ausgesprochen hat, dass die vordere Fläche der Linse durch die Accommodation für die Nähe eine stärkere Wölbung erhält, untersucht er, ob noch andere Momente bei der Accommodation in Betracht kommen. Anderweitige Veränderungen in der Linse werden von ihm geläugnet. Auch die Veränderung in der Wölbung der Cornea, an die nach den Senff'schen Untersuchungen wohl Niemand mehr glaubte, werden auf Grund eigener genauer Untersuchung verworfen. Endlich will Cramer auch beweisen, dass der Abstand zwischen der Hinterfläche der Linse und der Netzhaut keine Veränderung erleidet, dass also, angenommen, dass die Hinterfläche der Linse bei gleicher Form gleiche Stelle einhält (?), die Gesichtsaxe bei der Accommodation für die Nähe

---

[1]) Helmholtz behauptet, dass keine Lageveränderung der Iris nach Vorn wahrgenommen wird, wenn die Pupille sich allein in Folge einfallenden Lichtes verengert. Dies soll zu der Hypothese hinführen, dass bei der Accommodation auf Abstand eine hintere Augenkammer bestehe.

nicht verlängert werde. In der Beweisführung ist er aber nicht bestimmt. Erstens behauptet er, dass, wenn man das Auge für das Sehen in der Nähe accommodirt hält, zwei einander bedeckende, indirekt sichtbare Objekte bei dem Accommodationszustande des Auges für die Ferne nicht auseinander gehen. Dies würde, wenn es wahr wäre, allein beweisen, dass der Kreuzungspunkt der Richtungslinien unverändert bleibt, wird aber eine Veränderung dieses Kreuzungspunktes angenommen, insofern er als ein Punkt betrachtet werden darf, und woran wohl nicht zu zweifeln ist, so muss die Behauptung für unrichtig gehalten und wiederholt gesagt werden, „dass die Wahrnehmung in Bezug auf das Bedecken von indirekt gesehenen Gegenständen niemals scharf ist.“ — Von nicht grösserem Gewichte sind die übrigen Gründe. Indem er die entoptische Untersuchung zu Hülfe nimmt, sagt Cramer nämlich, „so sieht man, dass die Streifen und Flecken in der Linse bei der Accommodation des Auges für entferntere Gegenstände nicht schmaler, kleiner und deutlicher und ebenso wenig bei der Accommodation für die Nähe breiter, grösser und undeutlicher.“ Aber gerade von der veränderten Wölbung der Linse kann man viel eher einen Einfluss auf diese entoptischen Bilder erwarten, die allerdings schwer zu constatiren ist, als von einer Verlängerung der Gesichtsachse. Wenn Cramer sich endlich auf die Anwendung der Donders'schen Methode zur Bestimmung des Sitzes von kleinen Verdunkelungen etc. beruft und sich aus dem unveränderten Abstand der entoptischen Doppelbilder überzeugt haben will, dass der Abstand zwischen Linse und Netzhaut derselbe bleibt, so wird von Donders dagegen geltend gemacht, dass weder die Lageveränderung der Iris nach Vorn und

noch mehr die stärkere Wölbung der vorderen Fläche der Linse eine geringe Verrückung der entoptischen Doppelbilder nothwendig macht, so dass, wenn diese nicht hier gesehen werden, wir dies allein auf Rechnung der sehr mühsamen und desshalb weniger vollkommenen Wahrnehmung bringen müssen [1]).

Cramer hat also nicht bewiesen, dass bei der Accommodation für die Nähe überhaupt keine Veränderung der Gesichtsachse zu Stande kommt. Inzwischen lässt der hohe Druck, unter dem die Flüssigkeiten im Augapfel sich befinden, bei der geringen Elasticität der umhüllenden Membranen, kaum eine merkbare Verlängerung der Gesichtsachse zu, die, wie auch vielseitig behauptet wird, in jedem Falle, wo sie zur Accommodation erforderlich sein möchte, so gut wie gänzlich wegfällt.

In der dritten minder wichtigen Abtheilung seiner Schrift handelt Cramer über den Accommodationszustand für die Ferne als das natürliche Verhalten des Auges. Dass dieser Zustand wirklich der der Ruhe ist, will Cramer durch den Stand der Reflexbilder bei der Ermüdung des Auges bestätigt gefunden haben, wozu aber Beobachtung unter einem bestimmten Winkel nothwendig gewesen wäre. Cramer ist, wie hieraus hervorgeht, der Meinung, dass das Accommodationsvermögen erst bei einem Abstand von 50 Centim. zu

---

[1]) Donders hat die mit ein oder zwei kleinen Oeffnungen versehenen Platten zur entoptischen Untersuchung am Ende eines cylindrischen Behälters, der durch Einschieben von 1 auf 2 Centimeter Länge gebracht werden kann, befestigen lassen, um alles seitlich einfallende Licht abzuschliessen. Mit solchem Apparate kann man ohne grosse Schwierigkeit die einzelnen oder doppelten Bilder der entoptischen Phänomene auf gut erleuchtetes weisses Papier projiciren und unmittelbar mit der Bleifeder abzeichnen.

wirken anfange. Er berücksichtigt, um so zu sprechen, sicher nur kurzsichtige Augen, denn wenn wir lesen, dass bei Fernsichtigen, deren nächster Punkt 30—40 Centim. beträgt, kein Accommodationsvermögen stattfindet, so glauben wir dies so auslegen zu müssen, dass Cramer bei diesen Menschen keine Lageveränderung des Reflexbildes wahrnehmen konnte. Es wird allerdings, wenn sich im höheren Alter Fernsichtigkeit einstellt, das Accommodationsvermögen meistens in hohem Grade geschwächt, es wird aber, wie man sofort erkennt, wenn man positive Brillengläser gebrauchen lässt, keineswegs aufgehoben.

Cramer sucht ferner (im 4. Cap.) den Beweis zu liefern, dass die stärkere Wölbung der vorderen Linsenfläche bei der Accommodation für die Nähe durch contractile Elemente bewirkt wird, die im Auge selbst liegen. Er beruft sich insbesondere auf die nach Belladonnaeinträufelung beobachteten Erscheinungen. Bei derselben vermindert sich, wie man weiss, das Accommodationsvermögen für die Nähe. Zugleich wird bei starkerweiterter Pupille die Beobachtung auf jeden Abstand weniger scharf, was der geringeren Vollkommenheit der seitlichen Linsentheile zugeschrieben werden zu müssen scheint. Um zu untersuchen, ob die Beschränkung der möglichen Accommodation für die Nähe nicht vielleicht eben so sehr der Pupillenerweiterung als solcher zugeschrieben werden müsse, stellte Donders optometrische Versuche an, bei denen die Strahlen allein durch den centralen Theil der Linse gehen konnten, und überzeugte sich auf diese Weise, dass wirklich das Accommodationsvermögen für die Nähe beschränkt war. Cramer erkennt diesen Versuchen volle Beweiskraft zu und stimmt mit Donders darin überein, „dass es ungereimt sein würde, die in-

stillirte Feuchtigkeit einen Weg nach den Augenmuskeln ablegen und gefässreiche Gewebe durchdringen zu lassen, da es ja bereits früher von den Blutgefässen aufgenommen und durch den ganzen Körper verbreitet sein müsste.“ Richtig bemerkt er aber weiterhin, dass andere Beweise nicht überflüssig sind. Jedoch würde nicht allein, wie Cramer scharfsinnig anführt, wenn die Accommodation durch Druck der *mm. obliqui* bewirkt wird, dieser Druck durch Erweiterung der Pupille und Erschlaffung der Irisgefässe die gewohnte Wirkung einbüssen können, v. Graefe in Berlin hat auch noch ausserdem, bereits vor geraumer Zeit, entdeckt, dass, wie ungereimt es auch scheinen mag, die Muskeln durch Belladonnaeinträufelung direkt afficirt werden, und noch kürzlich berichtete er an Donders, dass er diese seine früheren Beobachtungen durch ganz genau angestellte Versuche bestätigt gefunden habe. Wir nehmen desshalb Cramers Untersuchungen, die unseres Erachtens allem Zweifel ein Ende machen, dankbar an.

Er bediente sich des Auges von einem kürzlich getödteten Seehunde, befreite es von den umgebenden Theilen, schnitt an der Hinterfläche Sclerotica, Choroidea und Retina in einem bestimmten Umfange, ohne das corp. vitreum zu verletzen, fort, brachte es mit nach Unten gerichteter Cornea in einem Ring unter dem Mikroskope, betrachtete das durch die Augenmedien geformte Bild einer Flamme, die sich in einem Abstande von 35 Centim. befand und vom Spiegel zurückgeworfen war, und sah nun stets, wenn der Strom eines magneto-electrischen Rotationsapparates auf die Corneawölbung geleitet wurde, die Flamme breiter, undeutlicher und weniger begränzt werden. Schon mit dem blossen Auge konnte dasselbe wahrgenommen

werden. Cramer überzeugte sich, dass durch diese Procedur das Auge für die Nähe accommodirt wird [1]).

Im 5. Cap. des Cramer'schen Werkes folgen einige anatomische Bemerkungen in Bezug auf einige Augentheile, die erste bezüglich des Standes der Iris.

Cramer sucht hier besonders zu beweisen, dass die hintere Irisfläche nicht allein unmittelbar auf der Linse ruhe, sondern auch auf den processus ciliares

---

[1]) Cramer bediente sich bei seinen Untersuchungen vorzüglich der Augen von Seehunden (Phoca litorea), auf die schon in der Preisfrage selbst hingewiesen war. Dass wirklich das Accommodationsvermögen bei den Seehunden sehr gross ist, bestätigt sich durch den Umstand, dass, wenn das Auge eines frisch getödteten Seehundes mit dem electromagnetischen Apparate in Verbindung gebracht würde, eine sehr beträchtliche Verkürzung der Brennweite des Auges eintrat. Zugleich geht aus diesen Versuchen hervor, dass das Auge des Seehundes wie das des Menschen von Natur und in dem Ruhezustande auf das Sehen in die Ferne in der Luft accommodirt ist, und zum Sehen in der Nähe in der Luft und noch mehr im Wasser sich erst besonders accommodiren muss. Er sah ferner, dass unter Anwendung des magnetoelectrischen Apparates die Pupille sich so schnell verengerte und bei Unterbrechung der Steigung so rasch wieder erweiterte, dass er vermuthete, es möchten animale (gestreifte) Muskelfasern in der Iris vorhanden sein; allein eine nähere Untersuchung lässt ihr bloss eine sehr grosse Anzahl organische (glatte) Muskelfasern, radiale wie kreisförmige, darin erkennen, was er als einen Beweis hervorhebt, dass sich nicht alle organischen Muskelfasern durch die Weise, wie sie sich zusammenziehen, von den animalen unterscheiden. — Dass die Seehunde nicht bloss im Wasser, sondern auch auf dem Lande gut sehen, erwähnt schon Cuvier (Ann. du Mus. d'hist. nat. I. XVII); alle Seehundsfänger bestätigen es und fügen hinzu, dass der Wind, der ihnen durch den Geruchssinn die Nähe des Jägers verrathen könne, keinen Einfluss habe. (Natuurk. Verhandel. van de Holl. Maatsch. de Wet. te Haarlem. 8. Deel. 1853. p. 60. 88. — Vergl. Fechner's Centralblatt für Naturwissenschaften und Anthropologie. N. 7. 1854. —

beschränkte man sich auf den Beweis, dass sich das Auge überhaupt nicht zu verändern brauche, um sich auf Objecte von verschiedenem Abstande zu richten. Cramer beweist zuerst die Nothwendigkeit einer solchen Veränderung im inneren Auge.

Engel hat kürzlich gesagt, dass die isolirte frische Linse von Gegenständen in verschiedenem Abstande ein vollkommen deutliches Bild fast in demselben Punkte ergeben habe. Mayer war schon dagegen aufgetreten und hatte richtig bemerkt, dass die Verschiedenheit hinsichtlich der Stelle des entstehenden Bildes sehr gering sein müsse, wenn die Linse sich in der Luft befinde, dass sie viel grösser sein müsse, wenn die Strahlen aus der Linse in den Glaskörper träten, dessen Lichtbrechungscoefficient nicht so verschieden von dem der Linse sei.

Cramer stellte Proben mit frischen Menschenaugen an, die er, nachdem er an der Hinterseite Sclerotica, Choroidea und Retina entfernt hatte, mit der Cornea nach unten, auf die Oeffnung in der Objecttafel eines Mikroskopes brachte, um wahrzunehmen, auf welcher Stelle die Bilder von Gegenständen von verschiedenem Abstande, von einem Planspiegel zurückgeworfen, entständen. Er bediente sich 80maliger Vergrösserung. Um sich von einer unwillkürlichen Mitwirkung seines eigenen Accommodationsvermögens unabhängig zu machen, legte er ein Haar über den Glaskörper, welches er gleichzeitig mit dem Bilde von verschieden weit (— 200 Schritt) entfernten Gegenständen deutlich wahrnahm. Nun fand er, dass bei einem Abstande von 43—37 Centim. das Bild einer Nadel nicht mehr deutlich gesehen wurde, es sei denn, dass er den Abstand des Objectivs vergrösserte, wobei das Haar undeutlich wurde.

Hannovers ungereimte Meinung, dass sich die Linse in ihrer Kapsel bewege, ist nur beiläufig zu erwähnen. Aber es ist ohne Zweifel, dass Pemberton, Camper, Hunter, Young, ferner Purkinje, Graefe, Th. Smith nach dem Vorgange von Cartesius an eine Formveränderung der Linse, in der Cramer den Grund des Accommodationsvermögens findet, gedacht haben, ohne diese Meinung mit Beweisen zu unterstützen.

Weber und Ludwig sprachen von einer Vorwärtsbewegung der vordern Linsenfläche nach galvanischer Reizung der inneren Muskelgruppen des Auges. Sie nahmen an, die ganze Linse bewege sich dabei, sie dislocire sich nach vorn.

Cramer beweist nun, dass bei der Accommodation die vordere Linsenfläche ihre Form verändert.

Max Langenbeck hat schon im Jahre 1849 (in seinen klinischen Beiträgen aus dem Gebiete der Chirurgie und Ophthalmologie, Göttingen) auf Grund der Beobachtung mit dem blossen Auge, dass sich das Bild einer Flamme auf der vordern Linsenfläche hinsichtlich seiner Gestalt als seines Sitzes verändere, ausgesprochen, dass das Accommodationsvermögen auf einer veränderten Wölbung der vordern Linsenfläche beruhe. Donders, der sich mit dem unbewaffneten Auge von der Richtigkeit dieses Ausspruches nicht überzeugen konnte, prüfte ihn (mit Prof. v. Rees und Dr. Berlin) vermittelst des Kathetometerglases. Er kam zu keiner sicheren Ueberzeugung, hielt den Weg aber für den richtigen, um zu ermitteln, ob wirklich eine Formveränderung zu Stande käme. In dem Seine schrieb er in der Ned. Lanc. 1849: „für die Lehre von der Accommodation halte ich es für sehr gewichtig, dass die beiden durch die Linsenflächen geformten Bilder,

was ihre Grösse als was ihre Tiefiage betrifft, bei verschiedenem Accommodationszustande mit einem Vergrösserungsglase untersucht werden. Unter günstigen Umständen muss diese Untersuchung zu erheblichen Resultaten führen.“

Langenbeck versäumte, seinem Ausspruche Eingang in die Wissenschaft zu verschaffen, wobei ihm auch die unglückliche Erklärung dieses Mechanismus durch einen improvisirten *m. compressor lentis* im Wege stand. Der erste Gedanke gehört aber ihm.

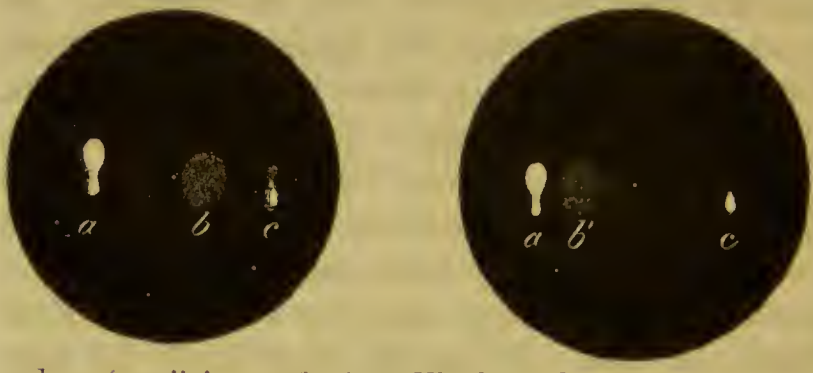
Cramer's Methode, um den fraglichen Gegenstand mit zweifelloser Richtigkeit zu beweisen, ist folgende.

Erstens lässt er das Licht von der einen Seite einfallen und beobachtet die von der Hornhaut, der Vorder- und Hinterfläche der Linse zurückgeworfenen Bilder auf die gewöhnliche Weise von der anderen Seite. Am Rande der Pupillarfläche sieht man nun das von der Cornea zurückgeworfene Bild (Fig. I, a); meistens ungefähr in der Mitte derselben Fläche das tiefliegende von der Vorderfläche der Linse zurückgestrahlte (I, b); an der a gegenüberliegenden Seite das auf der Hinterfläche der Linse oder auf der Vorderfläche des Glaskörpers entstandene umgekehrte kleine Bildchen c. Zum Wahrnehmen der Veränderungen im Stande dieser Bildchen bei der Accommodation ist es erforderlich, dass die Richtung der Gesichtsachse dieselbe bleibt und dass das Licht in dem beobachteten Auge unverändert denselben Platz behält, während es dagegen wünschenswerth ist, dass das beobachtende Auge die Bilder vergrössert sieht. Um diese Bedingungen zu erfüllen, construirte Cramer ein Instrument, dem er den Namen Ophthalmoscop gab. Die wesentlichen Bestandtheile desselben sind:

1) eine kurze kegelförmige Büchse mit zwei Seitenöffnungen, an dessen breites Ende das zu beobachtende Auge gebracht wird;
2) eine Flamme mit einem Diaphragma, die ihr eine bestimmte Form gibt und durch eine der genannten Seitenöffnungen Licht in das zu beobachtende Auge wirft;
3) ein bewegliches Mikroskop, welches auf die zweite Seitenöffnung gerichtet ist und durch welches das beobachtende Auge die Reflex-Bilder wahrnimmt.

Man lässt nun das zu beobachtende Auge sich für den Kreuzungspunkt zweier ganz in der Nähe ausgespannter Fäden accommodiren und sieht die Bilder b′

Fig. I. Fig. II.



und c (projicirt auf eine Fläche, die lothrecht auf der Gesichtsachse des beobachtenden Auges steht) fast unmittelbar bei einander (cfr. Fig. II). Lässt man nun aber in derselben Richtung über die Fäden hinaus [1]) in die Ferne sehen, dann entfernt sich das

[1]) Man ist auf diese Weise niemals sicher, vollkommen dieselbe Richtung zu erhalten, weil bei dem Sehen auf grösseren Abstand das Fadenkreuz sich mehrfach darstellt (polyopia monocularis). Für scharfe Messungen wird es desshalb nöthig sein, erst durch eine kleine, mitten vor die Pupille gehaltene Oeffnung zu sehen, um das Fadenkreuz und einen entfernteren Punkt in entsprechende Lage zu bringen und nun abwechselnd das Kreuz und den Punkt zu fixiren.

und der Zonula Zinnii, dass also keine hintere Augenkammer bestehen könne.

Die Meinung, dass die Iris in einer verticalen Fläche auf der Gesichtsachse stehe und dass also ein Raum als hintere Augenkammer vorhanden sei, wurde von Petit im Jahre 1728 gegen die herrschende Meinung aus scheinbar unzweifelhaften Gründen behauptet und seit der Zeit fast allgemein angenommen. Erst in der letzten Zeit wurden wieder gewichtige Gründe für die entgegenstehende Ansicht vorgebracht, so von Stellwag von Carion (cfr. Wiener Zeitschrift der Aerzte, 1850, Hft. 3. S. 125.), und auch Cramer erklärt sich auf Grund seiner Untersuchungen ausdrücklich gegen die Meinung Petit's. Zuerst sucht er zu beweisen, dass die Iris einige, wenn auch nur geringe Wölbung nach Vorn besitzt, und behauptet im Gegensatz zu dem Ausspruche von Petit und Czermak, dass die Iris eines unter Wasser gehaltenen oder durch das (Czermak'sche) Orthoscop gesehenen Auges diese Wölbung zeige. Wir wollen nicht läugnen, dass die geringe, kaum wahrnehmbare Wölbung, die man auf diese Weise wahrnimmt, für uns keine endgiltige Beweiskraft hat, und zwar in Betracht des Lichtbrechungscoefficienten des Kammerwassers und der Cornea, der von dem des Wassers noch etwas übertroffen wird, und dass desshalb, wenn auch die Iris in einer verticalen Fläche liegt, doch immer einige scheinbare Wölbung gesehen werden muss.

Sodann stellt Cramer auf, dass die Iris ungefähr 1 mm. hinter dem Ursprung des *m. tensor choroideæ*, also auch nahezu 1 mm. hinter dem canalis Schemmii entspringe, — also vielmehr hinten (wie er aus den in dieser Hinsicht sehr unvollkommenen Messungen von Krause darthut), als der hinterste Pol der Linse. Daraus

müsste mit Sicherheit folgen, dass die Iris nach Vorn zu gewölbt ist; nach den Donders'schen Untersuchungen hängt die Iris aber, mindestens dem Ursprung des *m. tensor choroideæ* gegenüber, mit den rückwärts gerichteten Fasern zusammen, die aus der membr. Descemetii entspringen, so dass also die Befestigung der Iris zu viel nach Hinten und Innen gesetzt und abgebildet wird. Es ist ganz richtig, dass die Iris mehr nach Hinten mit den Fasern der Descemet'schen Membran zusammenhängt, als wo sich die Grenze der durchscheinenden Cornea befindet, denn an der Aussenseite ist ihr Gewebe mehr nach Vorn undurchscheinend, als an der Innenseite, und hier liegt der Schlemm'sche Canal, hinter welchem (doch auch schon in dem hier an elastischen Fasern reichen, undurchscheinenden Gewebe) der *m. tensor choroideæ* entspringt. Dies erklärt die Möglichkeit, wie in einem Hohlspiegel, einen Schlagschatten der Selerotica an der Seite, von der das Licht einfällt, zu sehen.

Können wir also mit allen zum Beweise angeführten Gründen nicht übereinstimmen, so sind wir doch geneigt, mit Cramer anzunehmen, dass die Iris allzeit eine geringe Wölbung nach Vorn besitzt und dieselbe dadurch erhält, dass sie auf der Linse ruht. Das eine Organ ist von dem andern abhängig: die Iris kann sich bei der Verengerung und Erweiterung der Pupille nicht über die capsula lentis hinschieben, ohne gewölbt zu sein, sie kann auch, wie Stellwag von Carion [1]) sehr richtig bemerkt und was schon Winslow [2]) nachgewiesen hat, wegen ihrer longitudi-

[1]) Zeitschrift der k. k. Gesellsch. der Aerzte zu Wien; 1850, 3. Hft. S. 125. — Es sind auch Carion's andere Gründe für das Aufliegen der Iris auf der Linse zu vergleichen.

[2]) Mémoires de l'Académie Royale des Sciences, 1721, p. 310.

nalen und eireulairen Muskelfasern keine Wölbung besitzen, wenn sie nieht auf einem festen Körper aufliegt. Stellwag von Carion nahm an, dass sich unmittelbar um die Linse zu einige wässrige Feuehtigkeit befinde, aber wie in einem Canale eingeseblossen, der hier zwischen Iris und Zonula Zinnii übrig geblieben sei. Die alte Methode, frisehe Augen gefrieren zu lassen und in hinreichend gefrorenem Zustande in der Gesiehtsaehse zu durehsehneiden, belehrte Cramer, dass es überhaupt keine hintere Augenkammer gibt. Sehon Winslow war dureh denselben Versueh zu demselben Resultate gekommen und selbst Petit, der gewissermassen der Sehöpfer der hinteren Augenkammer ist, fand in ihr nur eine äusserst dünne Lage oder überhaupt gar kein Eis. Diese Untersuehung darf für überzeugend gehalten werden. Besonders lässt Cramer's Methode [1]), das frisehe Auge zuerst in Gips zu drüeken, es nun frieren zu lassen, zu durchschneiden und dann in der in Gips geformten Höhlung zum Aufthauen zu bringen, a priori vollständig endgültige Resultate für das todte Auge erwarten.

Es wird Niemandem befremdlieh erseheinen, dass Cramer sich so viele Mühe gab, um das Ruhen der Iris auf der Linse zu beweisen, wenn er weiter hört, dass Cramer's Erklärung des Meehanismus der Aecommodation das Aufliegen voraussetzt. Aber sollte es nieht möglich sein können, dass bei der Aceommodation auf Abstand wirklieh ein kleiner, mit wässriger Flüssigkeit gefüllter Raum zwiseben der Iris und den hintergelegenen Theilen übrig bleibt und dass derselbe erst bei der Aceommodation für die Nähe versehwindet?

---

[1]) Cfr. Tijdsch. d. Maatschappij t. bevord. der geneesk. 1848, p. 114.

Cramer geht weiter über zu der *Choroidea*, den *proc. ciliares* und dem *m. tensor choroideae* Neue Resultate lieferte seine Untersuchung nicht. Denn schon bei Brücke [1]) und ebenso bei Bowman [2]), der diesen Muskel unabhängig von Brücke, wenn auch später als dieser, unter dem Namen von *ciliary muscle* beschreibt, liest man, dass er sich ungefähr auf der Höhe der ora serrata in die Choroidea verliert, — ein Umstand, den Cramer gefunden zu haben glaubte. Hinsichtlich des Ursprungs oder besser der Anheftung dieses Muskels merkt Donders noch an, dass die Fasern an der Innenseite des Schlemm'schen Canales grösstentheils aus der membr. Deseemet. herkommen, die, was hier vorläufig mitgetheilt wird, damit anfängt, sich nicht in Fasern, sondern in Platten zu zerspalten, deren Fasern im Anfang der Spaltung einen circulären Verlauf, welcher der Cornealperipherie folgt, haben und nur zu einem kleinen Theile mit der Iris, zu einem viel grösseren Theile allein mit dem m. tensor choroideæ zusammenhängen. Auf die Bedeutung dieses Zusammenhangs für die Accommodation werden wir später zurückkommen.

Bei dieser Gelegenheit handelt Cramer auch von den Muskelfasern in Vögelaugen. Ausser den quergestreiften Circularfasern, die Krohn zuerst genauer untersucht hat, nimmt Cramer radiäre organische Muskelfasern an, die unter dem Einfluss des n. symphaticus stehen. Er scheint sie aber nicht gesehen, wenigstens nicht isolirt zu haben, ihr Vorhandensein vielmehr aus der Erweiterung der Iris zu folgern, die

---

[1]) Anat. Beschreibung des menschlichen Augapfels. 1847. p. 18.

[2]) Lectures on the parts concerned in the Operations on the Eye etc. London 1849. p. 51: „terminating about on a line with the ora serrata.“

beim Prickeln der regio cilio-spinalis des Rückenmarks wahrgenommen wird. Dass hierin kein Beweis ihres Bestehens liegt, wird bald klar werden. Es kommt nämlich im Auge noch ein Muskel, der aus quergestreiften Bündeln besteht, vor, das Analogon des *m. tensor choroideae* und nur der Form des Vogelauges nach von besonderer Beschaffenheit. Dieser Muskel hat ein unglückliches Loos. Von Crampton entdeckt, erhielt er den Namen *m. Cramptonianus*. Treviranus hat sich sodann dergestalt von dem Nichtbestehen eines Accommodationsvermögen überzeugt, für welches dieser Muskel als ein lästiger Zeuge auftreten konnte, dass er die Natur desselben als eines Muskels bestritt, obwohl er die Querstreifen auf den Primitivbündeln wahrnahm. Hueck, der sich so viele Mühe gab, um das sog. *ligam. ciliare* bei Vögeln genau zu beschreiben, — befangen durch die Rolle, welche die processus choroideæ bei der Accommodation spielen mussten, und unerfahrener Histolog ausserdem, — behauptete geradezu, dass er „nichts weniger als muskelartig“ sei. Nachdem nun Krohn seine muskelartige Natur ausser Zweifel gesetzt hat, machte Brücke aus ihm zwei Muskeln, von denen der eine zwischen der membr. Deseem. und dem Knochenringe, der andere zwischen dem Knochenringe und der Choroidea liegen sollte, — der erste wäre allein der *m. Cramptonianus*, der andere müsse als analogon des neu entdeckten *m. tensor choroideae*, denselben Namen führen. Cramer sagt endlich, dass er nach genauer Untersuchung diesen anderen Muskel wirklich so gefunden habe, wie Crampton ihn beschreibt; aber er behauptet zugleich, dass der *m. Cramptonianus* nicht, wie Crampton und Brücke angeben, von der Innenseite des Knochenringes entspringe und sich an die membr. Descemet.

anhefte, sondern dass er von der Choroidea an der Stelle entspringe, an der sich inwendig die processus ciliares befinden, und dass er sich an die vordere Innenfläche des Knochenringes und an die membr. Descemetii anhefte. Bei Vögeln wäre der *m. Cramptonianus*, ebenso wie der *m. tensor choroideæ* bei dem Menschen, so innig mit der Innenwand des Canalis Schlemmii verbunden, dass dieser letztere bei der Ablösung des Muskels daran hängen bleibe, worauf auch Crampton selbst schon aufmerksam gemacht haben soll. Aus den von Crampton citirten Worten erhellt indess eigentlich etwas Anderes, nämlich, dass er den Zusammenhang mit der Choroidea nicht übersehen hat. Wie Cramer nun ausser dem m. Cramptonianus, wie er denselben beschreibt, mit Brücke noch einen *m. tensor choroideæ* annehmen konnte, ist unbegreiflich, da die beiden Brücke'schen Muskeln in der Cramer'schen Beschreibung des m. Cramptonianus so gut wie aufgenommen sind.

Die bestehende Verwirrung veranlasste Donders zu eignen Untersuchungen. Es ist ihm bereits ausser Zweifel (indem er besonders Augen von calecutischen Hühnern, dann auch von gewöhnlichen Hühnern, Gänsen, Enten und Tauben zur Untersuchung benutzte), dass es nur einen Muskel gibt, der den Namen m. Cramptonianus zu führen verdient. Er entspringt, als ein zierlicher, halbgefiederter kleiner Muskel, an der äusseren Wand des Canalis Schlemmii, an welcher Wand die membr. Descemet. kaum einigen Antheil hat, und ferner von der Aussenseite eines fascrartigen Stranges, der sich von der besagten Wand isolirt, um sich ziemlich entfernt, der Krümmung des Knochenringes folgend, nach Hinten hin fortzusetzen. Die vorderen Fasern laufen nach Aussen und Hinten und heften sich

an das fascrartige Gewebe der Selerotiea, das den Knoeheuring von Innen auskleidet; je weiter nach Hinten von dem faserartigen Strang sie entspringen, um so mehr nehmen sie eine Rückwärtsriehtung an, so dass die letzten, der Beugung der Selerotiea folgend, sich auf der Aussenfläche der Choroidea einpflanzen, an der Stelle, wo der knöeherne Ring der gewöhnlieh als hornartig beschriebenen Lage von wahrer Knorpelsubstanz in der Selerotiea Platz gemaeht hat. — Aus dieser kurzen Beschreibung, der Donders bald eine ausführliehere, mit Abbildungen versehene folgen lassen will, kann bereits ersehen werden, was dieser Muskel in anderweitigen Beziehungen bewerkstelligt.

Cramer handelt im 6. Cap. von **dem Nichtvorhandensein von Contractilität der Krystalllinse** (lens und eapsula lentis). Die Meinung, die aus früheren Zeiten noeh Einigen geläufig sein mag, dass die Linse Contraetilität besitze, könnte vielleieht bei dem heutigen Standpunkte der Histologie schon a priori verworfen werden. Zum Ueberfluss hat Cramer, wie später auch Helmholtz, diese Frage erfahrungsgemäss mit negativem Resultate untersueht.

Im 7. Cap. ist nur von der Zonula Zinnii die Rede. Cramer bestätigt die Brüeke'sehe Beschreibung, läugnet den m. compressor lentis Langenbeek's und kommt zu dem Resultate, dass diese strueturlose Membran ganz nothwendig ohne Elastieität sein müsse.

Bei dem 8. Capitel, sicher einem der wiehtigsten, müssen wir länger verweilen. Es drüekt das Siegel auf die Faraday'sehen Worte, die ihm als Motto vorangesetzt sind: „I may well say that no man if he take industry, impartiality and caution in his investigations of science, ever works experimentally in vain.“

Cramer untersucht hier, wodurch die Linse ihre stärkere Krümmung an der Vorderfläche bei dem Accommodationszustande für die Nähe erhalte. Eine grössere Versuchsreihe gab die hier erforderliche Sicherheit. — Auf einen hölzernen Ring auf der Oeffnung des Objecttisches brachte er, mit der Cornea nach Unten, das Auge eines kurz vorher getödteten Seehundes. Die Membranen der hinteren Hemisphäre waren zum grössten Theil entfernt. Auf diese Weise beschaute er das Bild eines entfernten, auf dem flachen Spiegel des Mikroskopes entstandenen Gegenstandes. Das Bild veränderte seine Stelle, wenn seitlich an die Cornea der Draht eines magneto-electrischen Apparates gebracht wurde. Dabei verengerte sich zugleich die Pupille. Mit einer Staarnadel durchschnitt er nun die Iris, so dass coloboma totale entstand, und sah nun, dass durch den electrischen Strom keine Veränderung mehr im Refractionszustande hervorgerufen wurde. — Bei einem zweiten Auge von einem Seehunde hatte er die Cornea weggeschnitten und die Iris vom orbiculus ciliaris getrennt und sah nun sogar mit dem blossen Auge, dass bei electrischer Reizung die processus ciliares angespannt wurden, was er der Wirkung des *m. tensor choroideae* zuschreibt. Mit Augen von Hunden, Kaninchen etc. glückten diese Versuche nicht, weil sich die Pupille beim Ausschneiden des Auges zu stark verengerte. Bei Vogelaugen, oft unausgeschnitten im Kopfe, der auf einer Korkplatte befestigt war, untersucht, überzeugte sich Cramer mit Hilfe seines Ophthalmoscops, dass ein seitlich durch die Cornea geführter electrischer Strom dieselbe Lageveränderung der Lichtbilder zu Wege brachte, welche bei der Accommodation entsteht. Das Corneabild erlitt keine Veränderung, so dass Cramer sowohl Crampton

als Brücke bestreitet, von denen der erste Abplattung, der andere eine stärkere Wölbung der Cornea von der Zusammenziehung des *m. Cramptonianus* erwartete. Nachdem die Cornea weggeschnitten und das Bild der vorderen Linsenfläche so heller geworden war, als für gewöhnlich das der Cornea, bemerkte er, dass durch galvanische Reizung dies Bildchen viel kleiner wurde. Er konnte diese Erscheinung wiederholte Male auf demselben Auge beobachten. Wurde aber die Iris vorsichtig mit einer kleinen Pincette abgelöst, so wurde bei der Reizung niemals eine Veränderung in dem Spiegelbilde wahrgenommen.

Aus diesen Versuchen kommt Cramer zu der Folgerung, dass **„der Eintritt einer stärkeren Krümmung der vorderen Fläche der Linse durch eine Wirkung der Iris zu Stande kommt.“** Die vergleichende Anatomie bestätigt diesen Satz.

Es bleibt nun die Untersuchung noch übrig bezüglich der **Art und Weise, durch welche die Accommodation des Auges zu Stande kommt.** Dieselbe ist Object des 9. Capitels.

Winslow berichtet irgendwo, dass die Iris einen Druck auf die Linse ausüben könne, in Folge dessen die Linse nach Hinten ausweichen müsse, ohne dass er hierin den Grund der stärkeren Wölbung des freien, der Pupille entsprechenden Theiles der Linse erkannte. Stellwag von Carion bemerkt, dass ein derartiger Druck auf die Linse die nothwendige Folge einer gleichzeitigen Wirkung der circulären und radiären Irisfasern sein müsse, weil durch denselben die nach Vorn gewölbte Iris das Bestreben erhalte, sich in der Fläche auszudehnen. So gibt auch Cramer an, das bei der Zusammenziehung der circulären Fasern die radiären gleichsam zwischen zwei festen Punkten, dem Ursprunge

und dem Pupillarrande, ausgespannt sich befänden, demzufolge ihre Zusammenziehung einen Druck auf die in ihrer Concavität gelegenen Theile ausüben müsse. Bei weiter Pupille werden nur die processus ciliares und die Zonula Zinnii, bei engerer der Rand der Linse und bei sehr enger der grösste Theil ihrer Oberfläche gedrückt. Da nun die Linse nicht nach Hinten ausweichen kann (?), so muss der Druck eine stärkere Wölbung des in der Pupille sich hervordrängenden Theiles der Linse zur Folge haben. Die Weichheit der äussersten Linsenlagen begünstigt die Formveränderung derselben (Huschke, Forbes). Der Raum, den die (vordere) Augenkammer in der Mitte verliert, gewinnt sie zur Seite durch das Flacherwerden der Iris wieder, so dass der Raum für die wässrige Flüssigkeit derselbe bleibt. Die Elasticität der capsula lentis stellt die ursprüngliche Form wieder her, sobald der Druck aufgehoben wird.

Es ist deutlich, dass auf diese Weise bei verschiedener Pupillenweite ein Druck auf die Linse ausgeübt werden kann. Nach Cramer hängt die Kraft, mit der die Iris auf die in ihrer Concavität gelegenen Theile drückt, ab:

a) von der Länge des Bogens, den die Iris in ihrer Breite bildet, also von der grösseren oder geringeren Weite der Pupille;

b) von dem Grade des Tonus oder der Contraction, in dem sich die longitudinalen und circulären Muskelfasern befinden.

Was a betrifft, wie nämlich bei enger Pupille eine stärkere Wölbung erfolgt, bedarf einiger näheren Erklärungen. Es kommen, wie es wenigstens scheint, hierbei zwei Punkte in Betracht: 1) je kleiner die durch die Pupille hervortretende Fläche ist, einen um so

kleineren Krümmungsradius wird sie, cæteris paribus, annehmen können; 2) je kleiner die Pupille ist, desto länger sind die radiären Fasern und je weniger die Fasern bei ihrer Contraction verkürzt sind, um so grösser ist, wie schon Schwann bewiesen hat, ihre Kraft. Bei hellerem Lichte und convergirenden Gesichtsachsen, wodurch die Wirkung der Ringfasern verstärkt und die Pupille verengert wird, kann man das Auge desshalb für einen mehr in der Nähe befindlichen Punkt einrichten. Dem genannten Umstande ist es sicher auch zuzuschreiben, dass Verengerung der Pupille, durch plötzlich einfallendes Licht, das Auge für einen Moment für einen nahen Punkt, Erweiterung dagegen, durch Schliessen eines Auges bewirkt, für einen mehr entfernten Punkt accommodirt. Donders findet auch bei sich selbst, dass er, mit beiden Augen sehend, hell erleuchtete Gegenstände wenig näher gespalten sehen kann, wie mit einem Auge, wobei die Pupille etwas weiter ist.

Es ist wohl unbestreitbar, dass in der hinzukommenden Reflexion und Synergie, welche die zur Accommodation für einen bestimmten Abstand erforderliche Kraft willkürlicher Muskelwirkung bestimmen, der Grund zu suchen ist, wesshalb wir uns so viel weniger deutlich des richtigen Abstandes, für den wir unser Auge accommodirt haben [1]), bewusst sind, als dies bei andern willkürlichen Bewegungen der Fall ist, die desshalb nicht als massgeblich gelten dürfen. — Aus b folgt deutlich genug, dass bei gleicher Weite der Pupille der Accommodationszustand doch sehr verschieden sein kann; jedenfalls kann die Wirkung der

[1]) Nederl. Lancet. 3. Serie. II. p. 506.

Ring- und Strahlenfasern bei gleicher Pupillenweite eine durchaus verschiedene sein.

Oben wurde gesagt, dass nach Cramer die Linse beim Druck auf die Vorderfläche nicht nach Hinten ausweichen kann. Dies darzuthun, nimmt Cramer die Wirkung des *m. tensor choroideae* zu Hülfe und sagt: „die Folge der Contraction dieses Muskels ist deutlich. Schon früher haben wir beim Seehunde wahrnehmen können, dass durch Zusammenziehung dieses Muskels die *proc. ciliares* etwas angespannt werden. Durch die nur lose Anheftung des *m. tensor choroideae* und der *ora serrata* wird von da an, wo diese bereits aus der *Choroidea* zu entspringen beginnt, bis zu seiner Anheftung an die Wand des canalis Schlemmii und an die Sclerotica eine Contraction dieser Muskelfasern nicht behindert. Dagegen ist dieser Theil der Choroidea, aus dem die Muskelfasern des *m. tensor choroideae* entspringen, mittelst der membr. limitans sehr innig mit dem corp. vitreum verwachsen. Die pars plicata des corp. ciliare, ebenso die processus ciliares sind auch mit der Zonula Zinnii verwachsen, so dass man sich demzufolge leicht vorstellen kann, dass die genannten Muskelfasern das corp. vitreum und mittelst der proc. ciliares die Linse durch ihre Contraction verhindern können, vor dem Druck der Iris zurückzugehen, auszuweichen und dass sie sich im Leben sicher in demselben Maase anspannen, in welchem die Iris stärker drückt. — Auf diese Weise", fährt er fort, „muss es durch den *m. tensor choroideae* verhindert werden, dass der Druck, welchen die Iris auf die Linse ausübt, auch auf die Retina fortgepflanzt werde. Beachtet man, wie schnell durch geringen Druck auf die Retina die sog. phosphène [1])

[1]) Cfr. *Serre*, Annal. d'Oculist. 1850. 2. Ser. p. 31.

erregt wird, so ist es hinreichend klar, welche wichtige Rolle der *m. tensor choroidcae* als solcher zu erfüllen hat". Donders sagt, dieser Erklärung gegenüber, dass nach seiner Meinung der *m. tensor choroidcae*, den er lieber *musc. Brückianus* nennen will, eine ganz andere Bedeutung habe. Er sagt, für die Formveränderung der Linse sei dieser Muskel eben so wichtig, als die Muskelfasern der Iris. Ohne ihn ist die Iris nicht im Stande, einen Druck von Erheblichkeit auf die Linse auszuüben: der *m. Brückianus* liefert nämlich den festen Punkt für die Wirkung des *musc. dilatator pupillae*, dadurch, dass er den Faserring der membr. Descemetii, aus dem die Strahlenfasern des genannten *musc. dilatator* entspringen, rückwärts zieht und ihm Festigkeit gibt.

Eine lange fortgesetzte Untersuchung des gegenseitigen Verhaltens der Cornea und der sie innerlich auskleidenden Membran, der Sclerotica und der uvea (in der ursprünglichen Bedeutung des Wortes als *choroidea, m. Brückianus, processus ciliares* und *Iris* aufgefasst) hat Donders zu der Ueberzeugung geführt, dass die Befestigung des Anheftungspunktes der Iris nach Hinten die nothwendige Folge ist von einer Zusammenziehung des genannten *muscul. tensor choroidcae.* Der vordere Anheftungspunkt dieses Muskels besteht hauptsächlich aus Fasern, die von der membr. Deseem. nach Hinten und ein wenig nach Aussen sich erstrecken. Der hintere Anheftungspunkt ist die Choroidea, deren stroma zum Theil als perimysium dieses Muskels auftritt, in welches die Pigmentzellen, die diesem stroma eigen sind, sich fortsetzen. Von diesen beiden Anheftungspunkten ist der hintere, die Choroidea, viel weniger beweglich und ausdehnbar, als der vordere, die Fasern der membr. Deseem. Diese werden bei

der Zusammenziehung des *m. Brückian.* angespannt und um so mehr nach Hinten ausgezogen, als die membr. Deseem. auf den angränzenden Lagen der Cornea etwas verschiebbar ist und also mit nach Hinten weicht. Von der Innenseite dieser selben Fasern nun entspringt die Iris und auch ihr Anheftungspunkt wird also nach Hinten verschoben und angespannt. Seit Hueck, und vielleicht schon früher, stellt man sich gewöhnlich vor, dass einige Fasern der membr. Deseem. als ligamentum pectinatum iridis auf die vordere Fläche der Iris übergingen. Bowman [1]) bildet dies ligamentum ab, als ob es ziemlich lang wäre, und Kölliker [2]) hat diese Abbildung nach meiner Meinung nicht dadurch verbessert, dass er zwischen *m. Brückianus* und *ligam. denticulatum* (Fig. 296. i) noch mehr Raum liess. Nach Donders Ansicht legt sich der erste unmittelbar an die Fasern an, welche nach Hinten gerichtet sind und zugleich zum Ursprung des *m. Brückianus* dienen. Wenn man, wie Hueck that, die Cornea nach Aussen umbiegt, um zwischen Cornea und Iris zu sehen, dann werden die genannten Fasern natürlich nach Vorn gedrängt und scheinen nun bogenweise auf die Iris überzugehen; ebenso kann man durch Spannung der Iris nach Hinten ein derartiges Aussehen bewirken; beim Durchschnitte wird es aber klar, dass kein eigentliches ligamentum pectinatum iridis besteht, sondern dass die aus der membr. Deseem. entspringenden Fasern allein zur Anheftung des *muscul. Brückianus* dienen, an dessen Innenfläche sich, anfänglich dem Ursprung der Iris gegenüber, einige dieser Fasern fortsetzen. Nun sieht man leicht ein, dass diese Fasern dann allein einen

---

[1]) Lectures. p. 52.

[2]) Gewebelehre. p. 586.

festen Punkt zur Wirkung auf die radiären Muskelzellen der Iris abgeben, wenn sie nach Hinten zu gespannt sind, und dass die Iris gerade durch die Lageveränderung ihrer Peripherie nach Hinten auf günstige Weise in den Stand gesetzt wird, um auf die Vorderfläche der Linse zu drücken und die hintere Augenkammer, wenn sie besteht, zum Verschwinden zu bringen. Die Spannung der processus ciliares, welche Cramer bei galvanischer Reizung beobachtete, ist eine nothwendige Folge des Zusammenhangs der Aussenfläche der processus ciliares mit der Innenfläche des *m. Brückianus*, dessen vorderer und mittlerer Theil bei der Zusammenziehung etwas nach Hinten ausweichen. Dieser Bewegung folgen die *proc. ciliares*; ihr schwammartiges Gewebe, in den Falten der Zonula Zinnii, gewissermassen wie in einem Flüssigkeit haltenden Canale (canalis Petiti) eingeschlossen, fügt sich leicht jedem Druck- und Raumverhalten und unterstützt durch seine gespannten Blutgefässe die angrenzenden Theile wie ein elastisches Polster. Man muss annehmen, dass beim Tode, durch den die Wirkung des *m. Brückianus* aufgehoben wird, der Anheftungspunkt der Iris etwas mehr nach Vorn zu liegen kommt, — es ist desshalb im Leben seitlich noch weniger eine hintere Augenkammer anzunehmen, als in dem todten Auge. — Was nun die Spannung der Zonula Zinnii betrifft, so muss diese, als solche, um so weniger im Stande sein, das Hintenausweichen der Linse beim Druck auf deren Vorderfläche zu verhindern, als sie elastisch ist. Das Ausweichen nach Hinten wird aber grösstentheils durch den Druck verhindert, unter dem das corp. vitreum schon fortwährend steht, wie das die Spannung der Sclerotica beweist, die allem Anschein nach durch den Druck der Iris und vielleicht auch durch die Wirkung

des *m. Brückianus*, insofern er als *tensor choroideae* wirkt, noch vermehrt wird. Erheblich kann die Lageveränderung der Linse schon darum nicht sein, weil der Augenkammerraum bei unveränderter Wölbung der Cornea unverändert bleiben muss und beim Zurückweichen der Linse seitliche Theile nach Vorn treten müssten. Es scheint, dass der Druck, unter dem die wässrige Feuchtigkeit und also auch der durch die Pupille hervortretende Theil der Linse steht, bei der Accommodation für die Nähe geringer ausfallen muss, als der Druck des corpus vitreum, der auf die ganze Hinterfläche der Linse wirkt. Die Besorgniss Cramer's, dass ein gleichmässig erhöhter Druck des Glaskörpers nachtheilig auf die Retina wirken würde, scheint überhaupt ungegründet. Gerade die Erscheinung von *phosphène*, auf die er sich beruft, scheint dies zu lehren; denn wie sehr auch alle Feuchtigkeiten dabei unter höheren Druck gerathen, so tritt doch nur einige Reizung der Netzhaut ein (eben die Erscheinung von *phosphène*) und zwar auf dem Platze, wo eine veränderte Beugung der Membranen und also eine gewisse Spannung der Netzhaut verursacht wird [1]).

---

[1]) Das Wort *phosphène* wurde zuerst von dem unglücklichen Augenkranken Savigny, Mitglied des Institutes, gebraucht, der die Lichterscheinungen, die man beim Druck auf das Auge beobachtet, mit diesem Namen belegte. In letzter Zeit wurden die *phosphènes* wiederholt zur Sprache gebracht von Dr. Serre d'Uzès. Nach einigen Vorberichten ist kürzlich ein ausführliches Werk von ihm über diesen Gegenstand erschienen, das den Titel führt: Essai sur les phosphènes au anneaux lumineux de la rétine, considerés dans leurs rapports avec la physiologie et la pathologie de la vision. Paris. 1853, — und in dem er die Schlusssumme seiner Untersuchungen, mit theilweiser Zurücknahme früher mitgetheilter Resultate, der Welt vorlegt. Donders sagt geradezu, dass die Bedeutung dieses Werkes für Physiologie und Pathologie zu seinem Umfange (469

Die Weise, in welcher die Accommodation in Vogelaugen zu Stande kommt, unterwirft Cramer einer

Seiten) in keinem Verhältniss stehe. Ausser dem Beweisse, dass die Empfindlichkeit erst ungefähr 1 centim. vom Rande der Cornea entfernt anfange, und der neuen Methode zur Bestimmung des Kreuzungspunktes der Richtungslinien, von der der Verfasser einen unglücklichen Gebrauch macht, findet Donders im ganzen Buche nichts für die Physiologie wissenswerthes. Vor der unvorsichtigen Anwendung in pathologischen Fällen warnt er. Serre theilt (p. 309) einen Fall von Diagnose einer Amaurosis mit, die erst am folgenden Tage zu Stande kam. Das beweist zu viel, eine Krankheit zu diagnosticiren, die noch nicht existirt! Ist es nicht viel wahrscheinlicher, dass der Kranke sich durch zu vieles Drücken auf das Auge, welches ihm vor der Nacht anbefohlen war, während er Alles gehörig sah, aber *phosphènes* zu sehen hartnäckig läugnete, seine Krankheit erst zugezogen habe? Donders hat nach dem Studium dieser Erscheinungen mehrere Tage Schmerzen in den Augen gehabt. — Der Nutzen für die Diagnostik scheint gänzlich problematisch, während der Augenspiegel sehr deutlich lehrt, wo die Augenmedien durchscheinend sind und wo dies nicht der Fall ist, und die Lichtperception durch die Sclerotica hin meistens befriedigende Endresultate gibt.

Was ferner die Erklärung vom Entstehen der *phosphènes* betrifft, so beruft sich Serre auf einen bestimmten Grad von Druck und bestreitet Brewster, der die Ursache in Ausdehnung der eingedrückten Retina sucht.

Wenn wir erwägen, dass sich allein der Umkreis eines Zirkels, ein Ring, erleuchtet zeigt, so lässt sich nicht wohl etwas Anderes, als der Rand, wo die Einbiegung beginnt, als die gereizte Stelle betrachten und hier, wo die Krümmung sich verändert, ist einige Spannung oder Ausdehnung der Netzhaut zu vermuthen. Dasselbe darf man bei tieferem Druck, gegenüber der Spitze der eingedrückten Stelle voraussetzen und dies erklärt die Lichterscheinung, die bisweilen in der Mitte des Ringes gesehen wird.

So viel ist sicher richtig, dass das plötzliche Entstehen von *phosphènes* bei Druck auf den Augapfel, durch den die Augenfeuchtigkeiten im Allgemeinen unter einen höheren Druck kommen, durchaus nicht den Beweis liefern, dass dieser höhere Druck einen nachtheiligen Einfluss auf die Netzhaut ausüben müsse.

besonderen Untersuchung. Wie schon oben erwähnt wurde, nimmt er radial geordnete Muskelzellen in der Vogeliris an, weil er bei der Reizung der regio spinalis Erweiterung der Pupille beobachtete. Es ist nicht wahrscheinlich, dass Cramer sie gesehen hat, und ausser an den Gefässwänden ist es auch Donders nicht gelungen, sie nachzuweissen. An der Peripherie der Iris findet man schon quergestreifte Muskelbündel, die auf der äusseren Gränze aber schmaler und weniger zahlreich sind. Cramer hat aber übersehen, dass durch Contraction des *musculus Crumptonianus* der peripherische Ursprung nach Aussen und Hinten gezogen wird. Nach der von Donders gegebenen Beschreibung bedarf dies keines weiteren Beweises, sobald nur noch gesagt ist, dass die *Processus ciliares* durch die elastischen Fasern, welche von der membr. Descem. herkommen, mit dem muskelartigen Streifen, der zur Anheftung des halbgefiederten *m. Crumptonianus* dient, weit nach Hinten zu verbunden sind. Die Contraction des *m. Crumptonianus* erklärt also die Erweiterung der Pupille bei der Reizung der regio cilio-spinalis, und da der *m. Brückianus*, wie oben nachgewiesen worden ist, ein Analogon des *m. Crumptonianus* bei Vögeln ist, so liegt hierin ein Argument für die jedenfalls sehr wahrscheinliche Annahme, dass auch dieser Muskel von dem *nerv. sympathicus* beherrscht wird. Aber zugleich wird es nun deutlich, wie ohne radiäre Muskelbündel in der Iris Druck auf die Vorderfläche der Linse ausgeübt werden kann. Es ist sogar sehr glaublich, dass der *m. Brückianus* dieselbe Wirkung hat, wie die radiären Muskelzellen der Iris, die mit dem *m. Brückianus* gewissermassen einen zweibäuchigen Muskel bilden. Der *m. Crumptonianus* kann beide ersetzen. Denn wenn die Peripherie der Iris nach Aussen und Hinten gezogen wird, müssen die

circulären Muskelbündel durch ihre Zusammenziehung, lediglich durch Ausübung eines Druckes auf die in ihrer Concavität gelegenen Linse, die Pupille verengern können.

Im 10. Capitel wird **die Nervenwirkung in ihrer Beziehung zum Accommodationsvermögen** in Betracht gezogen. Es ist bekannt, dass der nerv. oculomotorius direct auf die circulären Fasern der Iris wirkt, der nerv. sympathicus dagegen auf die longitudinalen und, wie wenigstens höchst wahrscheinlich ist, eben so sehr auf den *m. Brückianus*, bei Vögeln auf den *m. Crumptonianus*. Auch bei Reizung des nerv. trigeminus ist von Budge Zusammenziehung der Pupille beobachtet worden, die nicht unmittelbar bei der Reizung begann und nach der Reizung erst allmählig wieder nachliess. Offenbar stehen die radiären Fasern und der *m. Brückianus* bei dem Accommodationsvermögen direct oder indirect unter dem Einfluss des Willens. Cramer stellt nun die Hypothese auf, dass der nerv. trigeminus durch die radix longa motorische Nervenfasern nach dem ganglion ciliare sende und dass die durch den Willen gereizten Fäden sowohl die Fasern des nerv. oculomotorius als die des nerv. sympathicus im Ganglion ciliare zu erhöhter Thätigkeit veranlasse, so dass dadurch der ganze Muskelapparat für die Accommodation angeregt werde. Diese Hypothese mag rationell genannt werden, — sie schliesst sich aber zu wenig an unsere Kenntniss von der Bedeutung der Nervenknoten, um sofort angenommen werden zu dürfen. Der geringe Grad von Accommodationsvermögen, der nach Einträufelung von Belladonna und auch nach Lähmung des nerv. oculomotorius zuweilen übrig bleiben mag, würde nur als Grund angeführt werden können, wenn vorher bewiesen ist,

1) dass die in dem Stamm des nerv. sympathicus vorlaufenden Fasern nicht unter dem directen Einfluss des Willens stehen,

2) dass nicht andere unbekannte Momente ein geringes Maas von Accommodation bewerkstelligen können. — Wird es durch weitere Versuche klar, dass die Pupille sich durch Reizung des nerv. trigeminus verengert, wie Budge behauptet, dann wird die Hypothese einen festeren Boden erhalten, sobald man bei der Verengerung eine stärkere Convexität der Vorderfläche der Linse und der Lageveränderung der Reflexbilder constatiren kann. Liegt die Hypothese ihrem Aufsteller sehr am Herzen, so mag er die erforderlichen Versuche anstellen. Donders meint, dass man berechtigt sei, sie a priori zu verwerfen. Sie entspricht auch der allgemeinen Forderung für jede Hypothese, dass sie auf erfahrungsgemässem Wege geprüft werden kann. Die geringste von allen ist die in der angenommenen willkürlichen Wirkung gelegenen Schwierigkeit. Denn wie kann man daran zweifeln, dass die Bewegung der Iris etc. bei der Accommodation willkürlich ist, selbst wenn sie associirt wäre? Cramer geht indess ausführlich auf diese Frage von der Association ein. Er erinnert ganz besonders an die Donders'schen Experimente mit convexen, concaven und vorzüglich mit prismatischen Gläsern, zum Beweise, dass zwischen der Convergenz der Gesichtsachsen und dem Accommodationszustande keine nothwendige Verbindung besteht. Er macht es weiter wahrscheinlich, was de Ruiter [1]) später bewiesen hat, dass sowohl die Convergenz der Gesichtsachsen ohne Veränderung der Accommodation,

[1]) De Ruiter dissert. de actione Atropae Belladonnae in Iridem, Utrecht, 1853. — Donders wird den Hauptinhalt dieser Schrift in der Nederl. Lancet mittheilen.

als auch die veränderte Accommodation ohne bestimmten Einfluss auf die Convergenz der Gesichtsachsen mit Pupillarverengerung vereinigt ist. Da bei der Convergenz die Verengerung am stärksten ist, so glaubt Donders dies so auslegen zu müssen, dass mit der blossen Convergenz hauptsächlich die circulären Fasern der Iris associirt sind, während bei der Accommodation der ganze Muskelapparat in erhöhter Weise in Thätigkeit versetzt wird.

Im 11. Cap. fast Cramer **verschiedene Bemerkungen, die das Accommodationsvermögen betreffen,** zusammen. Zuerst kommt hier die Accommodation nach der Entfernung der Linse zur Sprache. Er sagt: man hat wiederholt Beispiele beizubringen gesucht, wo nach der Entfernung der Linse das Accommodationsvermögen fortbestanden haben soll. Haller theilt mehrere Beispiele mit, ebenso wollen auch Javin, Pellier, Gleize, Richter u. A. solche Fälle beobachtet haben.

Wurden früher solche Mittheilungen angeführt, um die noch als Hypothese geltende Formveränderung der Linse zu bestreiten, so ist es wegen der Wichtigkeit des Gegenstandes wohl der Mühe werth zu untersuchen, ob und dann wie nach der Entfernung der Linse noch Accommodationsvermögen da sein kann.

Home [1]) theilt über diesen Gegenstand Untersuchungen mit, die er an einem 21jährigen, durch Extraction von Cataract befreiten Matrosen angestellt hatte. Bei verschiedenen Prüfungen und Versuchen, die er mit Englefield und Ramsden vornahm, meinte er gefunden zu haben, dass das Accommodationsvermögen noch nach der Operation vorhanden gewesen

[1]) Philosophical transactions of the royal society of London for the year 1795.

sei. Er folgerte desshalb, dass „the adjustement of the eye to different distances could take place independent of the crystalline lens“. Klügel [1]) hat schon darauf hingewiesen, zu einem wie wenig zuverlässigen Resultate Home durch seine Versuche, dass noch Accommodationsvermögen geblieben, gelangt sei. Auch dass Home das operirte Auge durch eine sehr feine Oeffnung sehen liess, benimmt seinen Prüfungen allen Werth. Er theilt ausserdem hinsichtlich des Sehvermögens dieses Kranken noch mit, dass derselbe zur Zeit der ersten Versuche, 27 Tage nach der Operation, Alles etwas undeutlich gesehen habe, so dass schon desshalb über die Accommodation oder den Mangel derselben kein Urtheil gefällt werden kann.

Viele späteren Untersuchungen haben dem Home'schen entgegengesetzte Resultate geliefert. So hat Young [2]) an Cataract Operirte mit dem Optometer von Porterfield untersucht und als Resultat ausgesprochen, dass das Accommodationsvermögen nach Entfernung der Linse gänzlich aufgehoben sei. [3]) Auch aus den von Holke [4]) angestellten Versuchen geht zur Genüge hervor, wie beschränkt das Gesichtsvermögen wird, nachdem die Linse durch die Cataractoperation entfernt worden ist. Es ist ferner allgemein bekannt, dass die Operirten mehrere Brillen von verschiedenem Focalabstand besitzen müssen, um gut in der Nähe und in der Ferne sehen zu können.

---

[1]) Reil's Archiv. 1797. Bd. II. p. 51.

[2]) Philosoph. transactions for the year 1801. Part. I. p. 65.

[3]) Diogene, Hanson genannt, bei dem Young diese Versuche anstellte, hatte bereits das Alter von 63 Jahren. Dieser Umstand nimmt den Beobachtungen ziemlich alles Gewicht, da in diesem Alter Accommodationsvermögen fast nur noch ausnahmsweise vorhanden ist.

[4]) Holke, Disquisitio de acie oculi dextri et sinistri. Lipsiae. 1830.

Ebenso scheinen aber mehrere Beobachtungen dagegen zu sprechen, dass das Accommodationsvermögen durch die Entfernung der Linse gänzlich verloren gehe. Man braucht sich in dieser Beziehung nicht allein daran zu erinnern, was Maunoir [1]) mittheilt, dass Jemand, dessen cataractöse Linse discidirt und nachher resorbirt war, mit demselben Glase zugleich deutlich lesen und entfernte Gegenstände auf der Jagd erkennen konnte; es sind hier auch die Resultate der Untersuchungen des scharfsinnigen und genauen Volkmann [2]) anzuführen. Volkmann stellt verschiedene Prüfungen an und kommt endlich zu der Annahme, dass ein geringer Grad von Accommodationskraft auch nach der Entfernung der Linse noch fortbestehe.

Auch Stellwag von Carion [3]) theilt eine hierher gehörige Wahrnehmung mit. „Besonders auffallend", sagt er, „war mir das Accommodationsvermögen eines vor der Trübung seiner Krystallkörper sehr kurzsichtigen jüdischen Religionslehrers. Nach der Operation las er kleingedruckte Schrift prompt, unterschied aber auch weitentfernte Gegenstände, z. B. das Fensterkreuz eines gewiss 300 Schritte entfernten Flügels des hiesigen Krankenhauses ganz deutlich und rein."

Dass nach Entfernung der Linse ein gewisser Grad von Accommodationsvermögen fortbestehen kann, ist also nicht unwahrscheinlich. Viele Beobachter haben aber die Begriffe von Vorhandensein oder Fehlen des Accommodationsvermögens nicht richtig aufgefasst. Es kann nämlich etwas Gedrucktes gelesen und auch ein

---

[1]) Cunier Annales d'oculistique. Tom. IX. Avril-Juin 1843. p. 14.

[2]) Volkmann, Beiträge etc. p. 173.

[3]) Wiener Zeitschrift p. 195.

entferntes Object gesehen werden, während doch das Accommodationsvermögen fehlt. Sodann scheinen andere Beobachter mit Taylor [1]) der Meinung zu sein, dass es ohne Accommodationsvermögen nicht möglich sei, dass das Auge, nachdem der Krystall durch die ordentliche Art den Staar zu stechen aus der Augenachse gekommen, die in verschiedener Entfernung stehenden Gegenstände empfinden könne.

Ob auch vielleicht in einigen Fällen, z. B. in der zweiten Reihe der von Home angestellten Versuche, das mehr weniger mögliche Accommodationsvermögen nach der Cataractoperation einer Regeneration der Linse zugeschrieben werden muss, will ich unerörtert lassen. Aus den Untersuchungen von G. Vrolik [2]), Sömmering [3]), Middlemore [4]), Coiteau [5]), Löwenhardt, Davison, Wernecck, Beck, später von Retzias und von Fronmüller [6]) geht hervor, dass sich bald eine neue Linse bildet. So sah man, wie auch Meyer [7]) mittheilt, dass sich bei Thieren, deren Linse weggenommen ist, während die capsula lentis bei der Operation erhalten blieb, jedes Mal schon nach

---

[1]) J. Taylor, Mechanismus oder neue Abhandlung von der künstlichen Zusammensetzung des menschlichen Auges. Frankf. a. M. 1750. p. 122.

[2]) Graefe und v. Walther's Journal. Bd. 18. Hft. 4.

[3]) W. Sömmering: Beobachtungen über die organischen Veränderungen im Auge nach Staaroperationen. Frankfurt a. M. 1828.

[4]) Froriep's Notizen. Bd. 34. p. 297.

[5]) Ds. Bd. 16. p. 289.

[6]) G. T. C. Fronmüller, Beobachtungen auf dem Gebiete der Augenheilkunde. Fürth. 1850. p. 65.

[7]) Graefe und v. Walther's Journal. Bd. 17. u. 18.

der vierten Woche die Linse reproducirt hat [1]). Auch Leroy d'Etiolle [2]), der mit Coiteau viele Versuche über die Regeneration der Linse anstellte, wirft bereits die Frage auf, ob diejenigen, welche nach der Cataractoperation ohne Brille zu lesen im Stande sind, dies der Linsenregeneration verdankten [3]). Jedenfalls ist es sicher, dass bei der Frage, ob das Accommodationsvermögen nach der Cataractoperation in gewissem Grade fortbestehen kann, auf die Regeneration der Linse nicht hinreichend Gewicht gelegt wird. Die entoptische Untersuchung wird besonders dazu beitragen, unsre Kenntniss von der Reproduction der Linse zu vermehren.

Eigene Beobachtungen, die auf diese Frage mehr Licht würfen, kann Cramer nicht beibringen. Er hat sich bei an Cataract Operirten niemals mit genügender Sicherheit von dem Vorhandensein eines gewissen Grades von Accommodationsvermögen überzeugen können. Wenn wir aber nach dem, was Volkmann und Stellwag von Carion hierüber mitgetheilt haben, annehmen wollen, dass nach Entfernung der Linse ein gewisser Grad von Accommodationsvermögen bestehen bleiben könne, so lässt sich dafür wohl an eine Ursache denken. So bemerkt auch Donders [4]),

---

[1]) Cfr. K. Textor. Ueber die Wiederersetzung der Krystalllinse. Inaugural-Abhandlung. Würzburg. 1842.

[2]) Leroy d'Etiolle, Recueil de lettres et de mémoires, adressés à l'academie des sciences, pendant les années de 1842—43. Paris. 1844.

[3]) Dass der am Cataract Operirte, der früher sehr kurzsichtig war, ohne Brille lesen konnte, spricht für sich selbst. Burow erzählt sogar, dass Jemand nach der Entfernung der cataractösen Linse noch etwas kurzsichtig geblieben sei.

[4]) In der von Donders veranstalteten holländischen Bearbeitung des Ruete'schen Lehrbuches der Ophthalmologie. p. 120.

dass dies nicht allein von der baldigen, theilweisen Reproduction der Linse, sondern vielleicht von einem durch Druck der processus ciliares bewirkten Vorrücken des Mittelstücks des corp. vitreum abhängig sein könne. Auch Stellwag von Carion glaubt [1]), dass noch ein gewisser Grad von Accommodationsvermögen nach der Entfernung der Linse möglich sei, nachdem „der mittlere Theil der Vorderfläche des Glaskörpers nach Vorn gestaucht“, und dass auf diese Weise die Accommodation des Auges durch Druck der Iris auf die processus ciliares und weiter auf das corpus vitreum einigermassen bewerkstelligt werden könne.

Versuche an Kaninchen, bei denen die Linse durch Extraction oder durch Zertrümmerung und Absorption entfernt worden war, zeigten Cramer, dass der Glaskörper wirklich einige Rundung nach Vorn annimmt und auf diese Weise der Raum, den die Entfernung der Linse verursacht hat, einigermassen ausfüllt.

Bedenken wir aber, dass nach Stellwag von Carion's Mittheilung [2]) bei den an Cataract Operirten der Grenzpunkt des deutlichen Sehens in der Nähe in der Regel weit hinausgerückt ist, in mehreren Fällen auf 30—40 Zoll, und beachten wir weiter, dass erst bei Betrachtung von Objecten, die sich mehr als 50 Cent. dem Auge nahe befinden, das Accommodationsvermögen in Thätigkeit tritt, so ist es vorläufig hinreichend klar, was man von dem Fortbestehen des Accommodationsvermögens nach der Entfernung der Linse zu denken hat.

Die Fälle, bei denen als vitium congenitum die Linse fehlt, — einen solchen Fall bei einem Kalbe

---

[1]) l. c. p. 196.

[2]) l. c. p. 195.

beobachtete Prichard [1]) noch kürzlich, — sind hier nicht zu wiederholen. Es bestehen zugleich meistens andere Gebrechen, da das Fehlen der Linse meistens die Folge einer ophthalmia intra-uterina ist.

Donders bemerkt hierzu, dass die mitgetheilten Fälle nicht in Abrede gestellt werden könnten, dass das Accommodationsvermögen aber in der Mehrzahl der Fälle, also in der Regel fehle. Kehrt sich die schlüsselförmige Grube halbkugelig nach Vorn und ist der Lichtbrechungscoefficient des corp. vitreum wirklich etwas grösser, als der der wässrigen Flüssigkeit, so muss Druck der Iris auf die seitlichen Theilen noch wirksam sein können. An Regeneration der Linse und an eine geringe Verlängerung der Gesichtsachse durch die Augenmuskeln, besonders wenn die Augenflüssigkeiten wenig im Zustande der Spannung sich befinden, kann nach Donders Meinung auch noch gedacht werden. Er führt noch an, dass soviel feststehe, dass der geringe Grad von Accommodationsvermögen, der nach der Cataractoperation noch zurückbleiben kann, der Cramer'schen Theorie durchaus nicht gefährlich sei.

Weiter spricht Cramer in demselben Kap. von dem Einfluss der Belladonna auf das Accommodationsvermögen. Er sagt, es seien nicht alle Berichte über den Zustand der Sehkraft nach der Anwendung eines

---

[1]) Prichard. Provini. Journal 1849. Nro. 8. — Bei einem halbjährigen übrigens gesunden Kinde in Kessenich bei Bonn beobachtete ich letzthin vollkommenen angeborenen Linsendefect; die Retina mit ihren Gefässen war ohne Spiegel deutlich sichtbar und schien ohne organische Destruction zu sein. Das Kind war, was die Eltern erst von mir erfuhren, absolut blind. Es starb einen Monat später an epidemischen Masern, ohne dass es mir vergönnt worden wäre, die Section der äusserst interessanten Augen vorzunehmen.

Mydriaticums gleichlautend. Allgemein wird aber anerkannt, dass das Refractionsvermögen abnimmt, dass sich namentlich der kürzeste Gesichtsabstand des Auges in höherem oder geringerem Grade entfernt. Dafür erklären sich Ray, Schmidt, Wells, Hutchinson, Jüngken, Hall, Dunglisson, Ritter, Volkmann, Hueck, Donders u. A. Hinsichtlich der Accommodation des Auges für die Ferne sind die Ansichten, ob die Anwendung der Belladonna Einfluss ausübe, verschieden. Dass der Gränzpunkt des Sehens für die Ferne jedenfalls nur wenig verändert wird, geht hinreichend daraus hervor, dass Normalsichtige eben keine Veränderung wahrnehmen.

Die meisten Beobachter sprechen desshalb auch hiervon nicht oder verwirren es mit dem, was allein als Folge der bedeutenden Pupillenerweiterung anzusehen ist. Es kann wegen der nur so geringen Verkürzung des fernsten Gesichtsabstandes desshalb auch wenig befremden, dass Bartelds und Hueck aussprachen, der fernste Gesichtsabstand werde durch die Anwendung von Belladonna nicht entfernt, er bleibe, obwohl sie sich als Kurzsichtige von der Verkürzung des fernsten Gesichtsabstandes hätten überzeugen können. Volkmann dagegen, der als Kurzsichtiger wegen des bei solchen vorhandenen Grenzpunktes für das Sehen in die Ferne im Stande ist, über eine unbedeutende Verringerung der Accommodation des Auges für die Ferne zu urtheilen, behauptet, dass sich nach Belladonnaeinträufelung der fernste Gesichtsabstand ein wenig verkürze. Er sagt, die Wirkung der Belladonna bestehe: 1) in der Beschränkung der Fähigkeit in der Nähe deutlich zu sehen, 2) in der Beschränkung der Fähigkeit, in der Ferne deutlich zu sehen, 3) in der Steigerung der passiven Sehweite, d. h. derjenigen,

in welcher ohne vorgängige Anstrengung am deutlichsten gesehen wird. Auch Stellwag von Carion ist der Meinung, dass der Grenzpunkt durch ein Mydriaticum etwas näher gebracht werde. Cramer machte den Versuch mit einer Belladonnaauflösung bei einem Individuum, dessen kürzester Abstand deutlichen Sehens in der Nähe vorher 25 Centim. gewesen war. Als sich nach einer halben Stunde die Pupille sehr erweitert hatte, betrug derselbe 40 Centim. In der Ferne wurde aber ebenso deutlich gesehen, wenn nur die grosse Erweiterung der Pupille durch eine in der Grösse der normalen Pupille durchbohrtes Kupferplättchen beschränkt war. Bei den Versuchen an sich selbst gebrauchte Cramer das Optometer von Donders [1]), ein schwarzes Linial, an einem Ende mit einem schwarzen Kupferplättchen versehen, das auf und nieder geschoben werden kann und in dem zwei kleine Oeffnungen angebracht sind, $^2/_3$ m. m. gross und ebenso weit von einander. Eine Stunde nach der sehr erfolgreichen Einträufelung war der kürzeste Gesichtsabstand von $7^1/_2$ Centim. auf $9^1/_2$ Centim., dagegen der Grenzpunkt beim Sehen in die Ferne von $12^1/_2$ auf $11^1/_2$ Centim. gebracht. Diese Resultate stimmen vollständig mit denen überein, die Volkmann durch Versuche beim Lesen erhielt, Donders sagt aber, dass sie beide ihn nicht vollständig überzeugt haben. Er fand die Schärfe des Sehens auf jeden Abstand verringert, was er der stärkeren Krümmungsabweichung der seitlichen Linsentheile zuschreibt. Bei gewöhnlichen Leseproben kann man desshalb nur schwer mit Sicherheit urtheilen. Das Optometer erklärt er bei hinreichender Uebung für brauchbar, um den Grenzpunkt

[1]) Ned. Lancet. 1851. April. p. 601.

des Sehens in der Nähe zu bestimmen, für ungeeignet aber, um den mittleren Abstand deutlichen Sehens anzuzeigen, der überhaupt zu veränderlich ist, um viel von ihm zu sprechen, — und wenigstens ungenügend, um den Grenzpunkt für die Ferne zu bestimmen, weil man unwillkürlich geneigt ist, beim Lesen durch kleine Oeffnungen sein Accommodationsvermögen ein wenig in Thätigkeit zu setzen. Wenn Donders nach Belladonnaeinträufelung durch eine Oeffnung von der Grösse einer normalen Pupille sah, dann konnte er ebenso gut Objecte auf grossen Abstand unterscheiden, als vor der Einträufelung, was beim Sehen durch ein schwach positives Glas von ungefähr 100 Centim. Focalabstand schon nicht mehr gut gelingt

Weiter bemerkt Donders, dass die Belladonnawirkung eine paralytische sei auf die Ringfasern der Iris, sicherlich aber keine beschränkende auf die radialen Fasern und den *m. Brückianus*, dass diese beiden letzteren vielmehr höchst wahrscheinlich in hohem Grade gereizt würden. In der ungeschmälerten Wirkung dieser Beiden muss der Grund des noch übrig gebliebenen Accommodationsvermögens gesucht werden, wenn auch in geringerem Masse, und ist wirklich, wie Volkmann, Stellwag von Carion und Cramer wollen, der Grenzpunkt für die Ferne näher gerückt, dann kann man dies mit dem gereizten Zustande der radialen Fasern und des *m. Brückianus* sofort in Zusammenhang bringen. Zur Erklärung des noch übrig gebliebenen Accommodationsvermögens verliere man nicht aus den Augen, dass der Rand der Iris stets breiter bleibt, als er, durch die Cornea gesehen, zu sein scheint. Es lässt sich indess nicht läugnen, dass unsere Kenntnisse in dieser Hinsicht noch keineswegs befriedigender

Art sind. Um von dem übriggebliebenen Accommodationsvermögen nach Cramer's Theorie Rechenschaft zu geben, müssen wir annehmen, dass wenigstens die radialen Fasern und der *m. Brückianus* noch unter dem Einfluss des Willens geblieben sind.

Es ist Donders aber wahrscheinlich geworden, dass diese Fasern ein Maximum ihrer Thätigkeit erreichen, weil Reizung des nerv. sympathicus bei Kaninchen, deren Pupille durch Belladonnaeinträufelung weniger stark erweitert wird, keine fernere Erweiterung der Pupille bewirkt. Cramer will einmal beobachtet haben, dass eine durch Belladonnaeinträufelung erweiterte Pupille bei der Accommodation für die Nähe jedes Mal, statt enger zu werden, sich ein wenig erweitert habe. Er sagt, „obwohl dies nur wenig bemerkbar wurde, so war es doch zu deutlich, als dass ich mich darüber hätte täuschen können". Diese Beobachtung würde desshalb als eine wichtige betrachtet werden müssen, weil sie eine stärkere Spannung der radialen Fasern und des *musc. Brückianus* beweisen würde; aber alle Versuche mit den besten Hülfsmitteln, von Donders und de Ruiter angestellt, um diese Beobachtung bestätigt zu finden, schlugen fehl.

Man stösst nicht auf dieselbe Schwierigkeit, um das Fortbestehen des Accommodationsvermögens nach der Lähmung des *nerv. oculo-motorius* zu erklären, auf die Cramer sodann zu sprechen kommt. In allen Fällen, die Donders beobachtete, und später ausführlich mitzutheilen verspricht, waren der normale Refractionszustand und das Accommodationsvermögen auf der leidenden Seite geringer. Donders sagt mit Cramer, dass eine einzige Beobachtung von Ruete nicht beweisen kann, dass das Accommodationsvermögen fast ganz unbeeinträchtigt bliebe; gegen die Möglich-

keit, dass die circulären Fasern der Iris in diesem Falle nicht gelähmt waren, spricht indess die stärkere Weite der Pupille. Donders beklagt die Untersuchung versäumt zu haben, ob bei bestehender Lähmung des *nerv. oculo-motorius* die Pupille bei der Accommodation für die Nähe etwas erweitert war; er fügt hinzu, dass der Mechanismus der Accommodation es vermuthen lasse.

Was das Accommodationsvermögen bei Irideremie betrifft, so führt Cramer an, dass das Accommodationsvermögen bei theilweisem Irismangel und coloboma iridis fortbestehe. Die Fälle von totaler Irideremie scheinen nicht genau genug auf das Fortbestehen der Accommodation untersucht worden zu sein, um folgern zu können, dass es ungeschmälert bestehen bleibe. Cramer fand übrigens den Ausspruch von Carion von Stellwag bestätigt, dass bei Entzündung und Exsudation in der Iris die Accommodation aufgehoben ist.

In Bezug auf Presbyopia führt Cramer an dass bei Seeleuten und anderen Personen, die keine Uebung im Sehen in der Nähe haben, der nächste Grenzpunkt 45 und noch mehr Centim. betrage und dass bei diesen Personen auch keine Lageveränderung des Reflexbildes auf der vorderen Irisfläche beobachtet werde. Die Cornea fand er nicht flacher.

Das Entstehen von Myopia bei fortgesetztem Sehen in der Nähe erklärt Cramer aus dem Mangel an Elasticität in der capsula lentis und aus bleibender stärkerer Thätigkeit, resp. Entwickelung der Muskelfasern. Als Beweise führt er an: die bleibende stärkere Wölbung des durch den Pupillarrand begrenzten Theiles der Linse eines Seehundsauges, dessen Accommodationsapparat er längere Zeit gereizt hatte, und

die durch ihn beobachtete Thatsache, dass die Rundung der Cornea nicht zugenommen hatte, was er aus der Feststellung des Abstandes der Spiegelbilder zweier Lichter entnahm. — Dagegen musste es aus dem Stande der drei Reflexbilder bei dem gewöhnlichen Versuche (gewöhnlicher Abstand zwischen a und c, kleiner Abstand zwischen b und c, grosser Abstand zwischen a und b) ersichtlich werden, dass die vordere Fläche der Linse bei Kurzsichtigkeit voller würde. Donders macht darauf aufmerksam, bei vorkommenden Gelegenheiten die Augen von Personen, die durch Missbrauch des Sehens in der Nähe kurzsichtig geworden sind, mit gewöhnlichen Augen zu vergleichen und sagt, dass man eine solche Veränderung, die sich allmählig bei der Accommodation für die Nähe entwickelt habe, als eine bleibende antreffen würde.